COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les photographies de nébuleuses;* par M. J. Janssen.

« Dans l'avant-dernière séance, j'ai présenté quelques remarques au sujet de la photographie de la nébuleuse d'Orion. Je viens préciser les idées que j'émettais à l'occasion de cette Communication.

» Je tiens d'abord à dire à l'Académie que j'applaudis plus que personne au résultat très important qui a été obtenu par l'éminent M. Draper, dont les beaux travaux sont bien connus de l'Académie.

» Mais je crois que les réflexions que j'ai à présenter sont indispensables pour bien préciser les difficultés de la question et indiquer avec quelles précautions, suivant moi, on doit aborder ces études.

» La question d'obtenir des nébuleuses des images inaltérables et fidèles pour léguer à l'avenir des termes sûrs de comparaison est une des plus importantes que l'Astronomie physique ait maintenant à se proposer. Cette question, en outre, est tout actuelle, car, en raison de la puissance des

instruments dont les observatoires disposent aujourd'hui et surtout avec les admirables progrès que la Photographie a réalisés tout récemment dans les procédés secs, nous sommes suffisamment armés pour aborder la solution de ce délicat problème.

» Aussi, à Meudon, ainsi que je le disais récemment à l'Académie, avons-nous déjà commencé des travaux dans cette direction et obtenu des résultats. Mais ces études, entreprises avec un petit télescope de voyage, ont surtout pour but d'étudier les méthodes, en attendant que nous puissions disposer des instruments que nous attendons et qui permettront d'obtenir des résultats plus complets, tout à fait dignes de publication.

» Néanmoins, ces études nous ont montré, comme je l'indiquais dans une précédente Communication, que, s'il est relativement facile d'obtenir une image photographique des parties les plus brillantes des nébuleuses, il est au contraire beaucoup plus difficile de réaliser de ces astres des images complètes et qui permettent de les considérer comme des termes sûrs de comparaison pour l'avenir.

» C'est qu'il y a ici une circonstance toute particulière qui influe sur les images photographiques et ne permet de les employer qu'avec de rigoureuses précautions.

» Cette circonstance réside dans la constitution toute spéciale de la nébuleuse.

» Une nébuleuse n'est pas un objet à contours arrêtés, comme le Soleil, la Lune, les planètes et les autres objets célestes. Son image présente l'aspect de nuages plus ou moins contournés et dont les diverses parties ont un pouvoir lumineux extrêmement variable. Il en résulte que, suivant la puissance de l'instrument, le temps de pose, la sensibilité de la plaque photographique, la transparence de l'atmosphère, etc., on obtient d'une même nébuleuse des images extrêmement différentes, souvent même des images qu'on ne soupçonnerait pas appartenir au même objet. Par exemple, si une nébuleuse présente des parties brillantes reliées à des portions plus sombres, et qu'on prenne de cette nébuleuse des images de poses très différentes, les images correspondant aux poses les plus courtes pourront ne montrer que les seules parties brillantes sans aucune trace des parties intermédiaires, figurant ainsi plusieurs nébuleuses distinctes. Les images de poses plus longues commenceront à montrer les parties moins lumineuses, et celle où le temps de l'action lumineuse aura été encore plus prolongée montrera la nébuleuse plus complète encore.

» C'est ainsi que nous avons obtenu, avec notre télescope de $0^m,50$ de diamètre et de $1^m,60$ de distance focale ([1]), trois photographies de la nébuleuse d'Orion, correspondant à des temps d'action lumineuse de 5^m, 10^m, 15^m et qui présentent des images d'aspects très différents. L'image de la nébuleuse, quand on passe de la pose la plus courte à la plus longue, tend à s'étendre et à se compléter ([2]). Mais ce qu'il faut bien remarquer ici, c'est que nos moyens photographiques actuels ne nous permettent pas d'obtenir des nébuleuses des images aussi complètes que celles qui nous sont présentées par nos grands instruments d'optique oculaire. La constitution de ces objets célestes exige donc impérieusement que les photographies qui en seront prises, si l'on veut qu'elles puissent servir plus tard de base à des comparaisons certaines, que ces photographies, dis-je, soient prises dans des conditions optiques et photographiques rigoureusement définies.

» Ces conditions sont extrêmement difficiles à définir rigoureusement. Les plus simples sont celles qui se rapportent à la puissance optique de l'instrument et au temps de l'action lumineuse; mais les conditions qui visent le degré de sensibilité des plaques photographiques, la transparence de l'atmosphère pour les rayons actifs, sont beaucoup plus difficiles à apprécier.

» Si, par exemple, on a obtenu de la nébuleuse d'Orion une image photographique qui sera toujours plus ou moins complète et montrera certains détails de la structure de l'astre, sans en donner d'autres qui eussent demandé pour se produire, ou un instrument plus puissant, ou un degré de transparence photographique plus grand de l'atmosphère, ou des plaques plus sensibles, etc., comment pourra-t-on définir tous ces facteurs d'une manière assez rigoureuse pour permettre à l'observateur de l'avenir de se placer dans des conditions identiques, et d'avoir, en conséquence, le droit d'attribuer les différences accusées par son image à des changements véritables dans la structure de l'astre?

» Je sais qu'il est certains changements de l'image qu'on aurait toujours

---

([1]) J'ai construit, en 1870, un télescope de très court foyer, comme celui dont il est question ici, et qui m'a servi, pendant l'éclipse de 1871, à mettre en évidence la véritable nature de la couronne. Ce genre de télescope permet de résoudre certaines questions spéciales qui ne pourraient pas être abordées par les télescopes ordinaires.

([2]) Ces images sont placées sous les yeux de l'Académie.

le droit de considérer comme correspondant à des changements réels; mais, pour ces cas particuliers eux-mêmes, il faudrait une discussion bien délicate pour les mettre en évidence, et pour le reste on manquerait de toute espèce de base.

» Je pourrais citer comme exemple remarquable de ces variations les images photographiques de la couronne qui furent prises à Siam en 1875, pendant l'éclipse totale. M. le D[r] Schuster dirigeait l'expédition anglaise, et ce savant disposait d'un appareil destiné à prendre des photographies de l'éclipse. Je le priai de prendre pendant la totalité plusieurs images de la couronne, en donnant à ces photographies des temps de pose variables comme les nombres 1, 2, 4, 8.

» Le résultat fut concluant : nous constatâmes que, dans chaque image, la hauteur de la couronne était différente et que chacune d'elles donnait une hauteur inexacte au phénomène. C'est que l'atmosphère coronale est une véritable nébulosité qui entoure le globe solaire et que le pouvoir lumineux de cette atmosphère décroît rapidement de la surface de l'astre vers les espaces. Dans ces conditions, qui oserait affirmer, d'après des photographies de la couronne prises à des époques différentes, et sans qu'on eût autrement défini les conditions de l'expérience, qui oserait affirmer, dis-je, que les différences que pourraient présenter ces images correspondent à une véritable variation dans la hauteur de cette enveloppe solaire ?

» Il est donc indispensable que les photographies de nébuleuses soient accompagnées d'une sorte de témoin qui exprime la résultante des conditions dans lesquelles l'image a été obtenue. Ce témoin, je le demande aux étoiles.

» Une étoile donne sur la plaque photographique placée au foyer de l'instrument un point noir ou sombre plus ou moins régulier. Ce point, à cause de ses petites dimensions, ne peut se prêter à aucune mesure photométrique, mais il en est tout autrement si, au lieu de placer la plaque au foyer, on la place un peu en dedans. On obtient alors un cercle de très petit diamètre, de teinte sensiblement uniforme (si la lunette est bonne), et dont on peut comparer le degré d'opacité avec des cercles de même origine. Il faut avoir soin de régler l'action lumineuse de manière que la teinte du cercle ne soit pas trop foncée et corresponde aux instants où la lumière produit les plus grandes variations possibles avec l'augmentation du temps de son action.

» Les degrés d'opacité de deux cercles ainsi obtenus peuvent être com-

parés par des procédés photométriques, mais on doit s'attacher à n'avoir à constater que l'égalité des teintes, afin d'éviter l'emploi de tables donnant les variations d'opacité en fonction de l'intensité lumineuse.

» Le diamètre du cercle se mesure soit directement, soit mieux par la connaissance de l'angle d'ouverture de l'instrument et celle de la distance de la plaque photographique au foyer.

» Il faut bien remarquer que, comme le degré d'opacité de ces cercles stellaires est influencé non seulement par le temps de l'action de la lumière, mais par toutes les circonstances de sensibilité des plaques, de transparence photographique de l'atmosphère, etc., ils peuvent être considérés comme une résultante de tous ces facteurs et constituent le témoin que nous cherchons. Si une photographie de nébuleuse est accompagnée de cinq ou six de ces cercles stellaires obtenus d'ailleurs dans les mêmes conditions qu'elle, ils permettront aux observateurs de l'avenir de se placer dans des conditions non pas semblables pour chacune d'elles, mais équivalentes dans leur résultat final, ce qui est le but cherché. Dans cette méthode, l'observateur qui voudrait obtenir une photographie d'un objet céleste susceptible de donner des images différentes avec les conditions de l'observation commencerait d'abord par chercher à déterminer le temps convenable pour obtenir les témoins dont nous parlons; ce temps déterminé, qui pourra être d'ailleurs fort différent de celui qui a été employé pour obtenir la photographie à laquelle il s'agit de se comparer, sera néanmoins celui qui sera nécessaire pour se placer dans les conditions où l'image soit comparable.

» Il est clair d'ailleurs que, si les images de la nébuleuse qui doivent être comparées ne sont pas prises à la même échelle, il sera nécessaire que les mêmes rapports de grandeurs soient maintenus entre les cercles stellaires.

» Je n'ai voulu pour aujourd'hui qu'appeler l'attention des astronomes physiciens sur l'emploi de ces cercles stellaires. Ils ont dans ma pensée un rôle beaucoup plus étendu.

» D'après les études auxquelles je me suis livré, ils me paraissent constituer un moyen nouveau et très simple pour aborder l'étude du pouvoir photographique des étoiles et qui permettra de les classer en grandeurs à ce point de vue, comme elles l'ont été au point de vue oculaire.

» J'aurai l'honneur, dans une autre Communication, d'entretenir l'Académie des efforts que je fais pour asseoir les bases de cette étude. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la formation thermique des carbures pyrogénés.* Note de M. **Berthelot.**

« J'ai démontré que la benzine est formée depuis l'acétylène avec un dégagement de chaleur considérable :

$$3C^4H^2 = C^{12}H^6 \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots + 178^{Cal},3.$$

soit $+ 59^{Cal},4$ par équivalent d'acétylène polymérisé.

» Cela résulte de ce que l'acétylène est formé depuis les éléments avec une absorption de chaleur ($- 61, 1$) bien plus grande que la benzine ($- 5$), d'après mes expériences.

» M. Rechenberg ayant récemment mesuré la chaleur de combustion et, par suite, la chaleur de formation de la naphtaline ($- 42$) et de l'anthracène ($- 115$), carbures qui sont engendrés également par la polymérisation de l'acétylène d'après mes expériences synthétiques, il m'a paru intéressant de calculer la chaleur dégagée par la formation de ces carbures à partir de l'acétylène.

» D'après ces nombres,

$$5C^4H^2 = C^{20}H^8 \text{ solide} + H^2, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots + 263^{Cal},5$$

soit $+ 52^{Cal},7$ par équivalent d'acétylène condensé. Ce chiffre doit être porté vers $+ 57^{Cal}$ environ pour l'hydrure de naphtaline ou pentacétylène $C^{20}H^{10}$, d'après les chiffres ($+ 21,1$ et $+ 22,8$) que j'ai obtenus pour la formation des hydrures d'éthylène et de propylène, au moyen de l'éthylène et du propylène respectivement.

» De même, l'hydrure d'anthracène ou heptacétylène et l'anthracène résultent, d'après mes expériences, de 7 molécules d'acétylène condensées. Or,

$$7C^4H^2 = C^{28}H^{10} \text{ (anthracène solide)} + 2H^2, \text{ dégage} \ldots + 312^{Cal}, 7,$$

et par conséquent

$$7C^4H^2 = C^{28}H^{14} \text{ solide dégagerait} \ldots + 355^{Cal} \text{ ou } + 51^{Cal} \text{ environ}$$

en admettant les mêmes chiffres que précédemment pour chaque H^2 fixé sur l'anthracène; ou $+ 54^{Cal}$, si l'on préfère adopter une valeur voisine de la chaleur ($+ 66,8$) dégagée dans la transformation de l'acétylène en hydrure d'éthylène par une fixation semblable de $2H^2$.

» Tous ces nombres sont fort voisins : sans en garantir la valeur tout à fait rigoureuse, ils ne m'en ont pas moins paru intéressants à noter, comme expliquant la synthèse effective des carbures pyrogénés par l'acétylène, et comme montrant l'étroite parenté des carbures polyacétyléniques : ce qui rend ces nombres susceptibles de se prêter à de nouvelles prévisions.

» Pour mieux faire entendre combien est considérable le dégagement de chaleur développé par la condensation de l'acétylène, il suffira d'observer que chaque molécule d'acétylène, combinée dans la formation des carbures pyrogénés, développe une quantité de chaleur approchant de celle que produit l'union de l'oxygène, soit avec l'hydrogène pour former l'eau gazeuse ($+ 59^{Cal}$ pour O^2), soit avec l'éthylène pour former l'aldéhyde ($+ 55,4$) ou l'acide acétique ($+ 62,1 \times 2$ pour O^4). Une si grande perte d'énergie explique, je le répète, la synthèse directe, le caractère relativement saturé et la stabilité des carbures pyrogénés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Quelques remarques sur les caractères des gaz et va peur organiques chlorés;* par M. **Berthelot**.

« On sait que la présence des composés chlorés volatils, tels que le chloroforme, dissous dans le sang ou dans les liquides organiques, peut être constatée en faisant passer leur vapeur, mélangée d'air et de vapeur d'eau, à travers un tube de porcelaine rougi au feu : le chlore devient en partie libre et se change en partie en acide chlorhydrique. Les gaz, dirigés ensuite dans une solution d'azotate d'argent, fournissent un précipité blanc caractéristique.

» L'action de l'étincelle électrique et celle de la combustion décomposent également les gaz organiques chlorés et les rendent susceptibles de précipiter l'azotate d'argent. Toutefois, j'ai eu occasion d'observer diverses causes d'erreur dans ce genre de recherches, dues à la présence de l'acide cyanhydrique et à celle de l'acétylène, et qu'il paraît utile de signaler.

» La présence de l'acide cyanhydrique entrave, en effet, la recherche du chlore et de l'acide chlorhydrique, parce que le cyanure d'argent ressemble beaucoup au chlorure d'argent et qu'il se forme pareillement aux dépens de l'azotate d'argent, même dans une liqueur fortement acidulée par l'acide azotique.

» L'acétylène précipite aussi l'azotate d'argent neutre, et même légèrement acide, en formant de l'acétylure d'argent.

» Or ces causes d'erreur ne sont pas purement théoriques : elles sont

particulièrement à craindre dans les cas où l'on opérerait la décomposition par le feu, en présence d'une quantité d'oxygène insuffisante pour brûler complètement les vapeurs hydrocarbonées. Il suffit que les gaz hydrocarbonés renferment un peu d'ammoniaque, composé qui se produit fréquemment dans la décomposition des substances animales, pour que l'acide cyanhydrique prenne naissance à la température rouge. Sous l'influence d'une série d'étincelles électriques, l'azote libre lui-même, en présence des gaz hydrocarbonés, se change en acide cyanhydrique.

» Quant à l'acétylène, il se produit, soit dans l'action de la chaleur rouge sur les vapeurs hydrocarbonées, soit dans leur combustion incomplète, soit enfin dans leur décomposition par les étincelles électriques. Il se forme, par exemple, si l'on emploie, pour rassembler le chloroforme supposé, un dissolvant riche en carbone, que l'on décompose ensuite par la chaleur rouge, ou par la combustion directe au contact de l'air. Il est facile de vérifier, dans ces diverses circonstances, et surtout si l'on opère la combustion à la surface d'une solution d'azotate d'argent, que les gaz obtenus peuvent précipiter l'azotate d'argent, même en l'absence totale du chlore.

» Il résulte de ces faits que la formation d'un précipité blanc dans l'azotate d'argent neutre ou légèrement acide, traversé par un courant gazeux, n'est pas un caractère suffisant du chlore ou de l'acide chlorhydrique.

» Voici comment ces diverses causes d'erreur peuvent être évitées. L'acétylure d'argent, une fois formé, ne se redissout pas immédiatement dans l'acide azotique étendu ; mais il se dissout dans l'acide concentré et bouillant, et la liqueur, diluée ensuite avec de l'eau pure, demeure limpide. On peut même éviter que l'acétylure d'argent prenne naissance, en acidulant à l'avance et fortement par l'acide azotique la solution d'azotate d'argent, qui doit être traversée par les gaz.

» Mais cette précaution ne suffit pas contre l'acide cyanhydrique. Dans ce cas, il convient de dissoudre d'abord les gaz dans l'eau pure, puis de faire bouillir celle-ci quelque temps, afin de chasser l'acide cyanhydrique qu'elle peut avoir dissous. L'acétylène dissous est également éliminé par cette voie, après quelque temps d'ébullition. L'acide chlorhydrique, au contraire, demeure dans la liqueur, parce qu'il forme un hydrate moins volatil que l'eau pure. »

MINÉRALOGIE. — *Examen de matériaux provenant de quelques* forts vitrifiés *de la France; conclusions qui en résultent;* par M. **Daubrée.**

« On connaît sous le nom de *forts vitrifiés* des enceintes ou de simples débris de murs, dont les matériaux ont été soudés à l'aide du feu et qui se présentent dans diverses contrées. Ils reposent ordinairement sur des terrains anciens, cristallins ou autres, dépourvus de calcaire. Les matériaux qui ont servi à établir ces murs sont de natures diverses : granite, gneiss, quartzite, phyllade, basalte, etc. On ignore les circonstances dans lesquelles ces antiques et singuliers monuments ont subi une fusion partielle.

» *La Courbe* (*Orne*). — L'échantillon provenant du fort de la Courbe, près Argentan (Orne), qui m'a été remis par M. le général Prévost [1], est une substance à demi fondue, d'un brun verdâtre foncé, opaque, et ressemblant à certains laitiers; elle fait feu au briquet. On y remarque de nombreuses empreintes de bois caractérisés par leur texture et qui proviennent du combustible auquel est dû le ramollissement.

» Une plaque mince a montré, comme on pouvait s'y attendre, que la substance est sans action sur la lumière polarisée. Des octaèdres transparents y sont disséminés en grand nombre; ce sont probablement des spinelles, comme ceux dont il sera question plus loin.

» Ailleurs, il y a des cristaux ayant les formes ordinaires, les groupements (macle et striage), la couleur et les caractères physiques de la humboldtilite naturelle.

» Une analyse faite au bureau d'essais de l'École des Mines a donné le résultat suivant :

Silice	63,00
Alumine	18,30
Peroxyde de fer	5,00
Chaux	2,80
Magnésie	0,80
Potasse	2,10
Soude	7,60
Chlorure de sodium	0,20
Total	99,80

» D'après la prédominance de silice et d'alumine et la présence du

(1) Prévost, *Mémoire sur les forts vitrifiés*. Saumur, 1863, brochure de 47 pages.

chlorure de sodium, on doit croire que la fusion a été obtenue en ajoutant du sel marin à un silicate d'alumine, tel que les argiles et les schistes en contiennent. En présence de la silice, le chlorure de sodium se décompose si l'eau intervient : il est donc probable que la soude fixée à l'état de silicate, dans une proportion qui atteint 7,60 pour 100, dérive du chlorure de sodium ajouté qui a subi une décomposition.

» En déduisant de la composition totale la soude, on trouve la composition suivante, qui est, en effet, celle de certains phyllades ou argiles :

Silice	68,478
Alumine	19,891
Peroxyde de fer	5,433
Chaux	3,000
Magnésie	0,820
Potasse	2,280
Total	99,902

» *Sainte-Suzanne* (*Mayenne*). — M. le général Prévost ([1]) m'a aussi communiqué un échantillon provenant du fort vitrifié qui est situé sur les bords de l'Erve, à Sainte-Suzanne (Mayenne). C'est une substance vitreuse, boursouflée ou très bulleuse, très fragile, d'un gris verdâtre, ressemblant à un verre de bouteille et qui empâte des morceaux de quartzite à texture granulaire. Les cavités arrondies dont la substance est criblée, et qui résultent évidemment d'un dégagement de gaz, ne sont qu'à quelques millimètres de distance les unes des autres, et elles atteignent $0^{m},005$ de diamètre.

» L'analyse qui suit a été faite, comme la précédente, au bureau d'essais de l'École des Mines :

Silice	71,00
Alumine	13,00
Peroxyde de fer	3,30
Chaux	traces
Magnésie	traces
Potasse	traces
Soude	12,22
Chlorure de sodium	traces
Total	99,52

» Une pareille teneur en soude contraste avec la composition des

([1]) Prévost, Ouvrage précité.

roches silicatées. D'après l'exemple fourni par le fort de la Courbe, il paraît probable que le verre du fort de Sainte-Suzanne a été, comme le premier, obtenu par l'addition de la soude à une substance argileuse.

» Déduction faite de la soude, le verre dont il s'agit présente, en effet, les éléments suivants :

Silice	81,32
Alumine	14,80
Peroxyde de fer	3,70
Chaux	traces
Magnésie	traces
Potasse	traces
Total	99,82

» *Châteauvieux et Puy-de-Gaudy* (*Creuse*). — Les roches vitrifiées de ces localités sont de nature granitique; elles ont subi des altérations variables, depuis une simple désagrégation et une fritte jusqu'à des états qui accusent une température très élevée.

» Au Puy-de-Gaudy (Ribandelle), près Guéret, où M. le comte de Cessac a recueilli des échantillons qu'il a eu l'obligeance de me remettre, le granite qui a servi à la construction est constitué d'orthose blanc, d'oligoclase, de quartz peu apparent et de mica noir.

» Les échantillons envoyés sont parfois, malgré leurs petites dimensions, entièrement enveloppés d'une substance fondue, ordinairement brunâtre, rarement blanchâtre et mamelonnée. Certains de ces blocs pourraient être pris pour des scories volcaniques.

» Si l'on brise les échantillons, on reconnaît que l'intérieur est de nature toute différente et rappelle le granite, malgré l'état d'altération des divers éléments. Tout le mica a disparu et se trouve remplacé par une matière brune, opaque, très fortement boursouflée; le feldspath est souvent comme *étonné*.

» Parmi les fragments de granite, de $0^{m},02$ à $0^{m},03$, très fortement soudés entre eux, qui composent un échantillon, il en est qui ont conservé leurs formes anguleuses, tandis que d'autres se sont plus ou moins courbés sous l'influence combinée de la chaleur et de la pression.

» On y voit de grandes plages, composées de bandes maclées suivant la loi de l'albite et à peu près inaltérées. A côté de ces parties et du feldspath orthose resté actif sur la lumière polarisée, on rencontre des substances vitreuses, inactives et fusibles, qui, à la manière d'un pyromètre, montrent que le feldspath a atteint la température de fusion.

» Sous l'action de la haute température subie, le granite a donné naissance à divers cristaux remarquables par leur netteté et par leur identité avec des minéraux naturels. Les uns, qui sont innombrables, sont en octaèdres réguliers, tantôt opaques, tantôt transparents, et consistent en spinelle pléonaste. D'autres, réunis en géodes dans les boursouflures du mica fondu, sont des microlithes incolores, en macles binaires, à couleur pâle de polarisation, s'éteignant sous des angles qui vont jusqu'à 25°. Il est probable que ces microlithes sont feldspathiques et consistent, en partie, en feldspath du sixième système.

» Le mica renferme de petites quantités de fluor, souvent au-dessous d'un centième. Dans sa fusion il émet du fluorure de silicium, dont le dégagement explique la formation des bulles dans le verre ainsi produit. Les petits cristaux feldspathiques qui tapissent ces mêmes bulles doivent être attribués à cet agent énergique.

» *Observations.* — Ce qui précède suffit pour montrer que ce n'est pas par un procédé unique qu'on est arrivé, à défaut de chaux, à cimenter les matériaux des forts vitrifiés. Les moyens de se servir de la chaleur et de la fusion ont varié et selon les circonstances et suivant les matériaux naturels auxquels on s'adressait.

» L'opération offrait une difficulté extrêmement grande lorsqu'on est parvenu à ramollir et même à fondre partiellement le granite, comme on le voit à Châteauroux, au puy de Gaudy et au camp de Péran.

» Tout d'abord, comme cause des effets observés, écartons la supposition d'un incendie accidentel ou provoqué en dehors des besoins mêmes de la construction. Il suffit pour cela de constater ce qui s'est produit sur des murs granitiques à la suite de grands incendies.

» Au camp de Péran, il est vrai, on a, d'après M. Desnoyers, la preuve que des poutres qui faisaient partie de la construction ont été carbonisées sur place; mais, si le fort a subi un incendie, cet incendie ne peut avoir causé les grands effets calorifiques que l'on observe; il leur est postérieur.

» Pour ramollir une roche aussi réfractaire que le granite, pour fondre son mica et quelquefois même son feldspath sur des épaisseurs de plusieurs mètres, il a fallu une intention formelle, et, en outre, cette volonté a dû être servie par des efforts habiles et prolongés, ainsi que par une quantité considérable de combustible.

» Il est facile de s'en convaincre en essayant d'imiter les effets que nous observons; même en petit, et en s'aidant des ressources qu'offrent les laboratoires, on n'y arrive qu'à grand'peine.

» L'addition qu'on aurait pu faire d'un fondant, tel que des cendres de bois, des matières alcalines, du sel marin, du spath fluor, aurait, il est vrai, beaucoup aidé la fusion ; mais, dans le cas qui nous occupe, on n'a pas eu recours à cet auxiliaire de la chaleur.

» C'est ce que démontre l'analyse de deux granites provenant du Puy-de-Gaudy, profondément transformés par la chaleur et qui se rapprochent de la composition d'un granite moyen.

» Il convient aussi de noter l'absence du fluor et du bore, qui ont été spécialement recherchés, à cause du rôle de ces corps comme fondants, fréquemment mis à profit, depuis bien des siècles, dans le traitement des minerais métalliques.

» Si, comme il a été supposé, les anciens constructeurs avaient voulu faire usage de fondants, ils auraient sans doute opéré sur le granite désagrégé ou réduit en arène par un commencement de décomposition, tel qu'il s'en trouve partout, car c'est sous cet état que la matière se prête bien à un mélange analogue, sauf pour la matière première, à ceux qui ont été réalisés à la Courbe et à Sainte-Suzanne.

» Mais ce n'est pas le granite pulvérulent qui a servi à la construction : c'est le granite cohérent, brisé en fragments de dimensions linéaires de plusieurs décimètres. On le reconnaît clairement au Puy-de-Gaudy, à Châteauvieux, au camp de Péran, la forme des fragments n'ayant pas ordinairement disparu et le grain caractéristique du granite s'étant conservé malgré le ramollissement.

» Les fragments sont d'ailleurs uniformément transformés. Considérés dans leur cassure, ils ont le même aspect vers leur centre qu'à peu de millimètres de la surface. Cette dernière circonstance, rapprochée de la faible conductibilité des roches pierreuses pour la chaleur, dénote que la température a été nécessairement de longue durée. On ne s'est donc pas contenté de souder entre eux les fragments par une fusion superficielle, qui aurait pu suffire ; ces fragments ont été ramollis dans toutes leurs parties internes par une surabondance, une sorte de luxe de chaleur.

» Comment a-t-on pu arriver à de tels résultats, qui supposent des procédés aussi puissants?

» Ce qui a été dit plus haut montre suffisamment que les foyers ne devaient pas être placés extérieurement aux murs ; car les parties centrales sont quelquefois plus avancées vers la fusion que les parties externes. Si l'on avait chauffé extérieurement, il y aurait une diminution d'intensité à

partir de la paroi externe vers l'intérieur, lors même que la chaleur aurait duré assez longtemps pour y pénétrer.

» Des effets aussi énergiques n'ont pu être obtenus qu'à l'aide d'un foyer intérieur, qui portait la chaleur dans toute l'épaisseur de la masse, comme dans la méthode dite *flamande* de cuisson des briques.

» Non seulement on pouvait ménager des canaux de tirage intérieur, mais aussi s'aider d'un courant d'air forcé. On sait en effet que l'usage du soufflet remonte au moins à l'époque de la première fabrication du fer.

» Les auteurs de ces constructions granitiques, au lieu d'apporter des briques faites d'avance et qu'il aurait fallu ensuite cimenter entre elles, préféraient recourir aux opérations dont il vient d'être question, quelque compliquées qu'elles nous paraissent.

» On voit que, en dehors de l'intérêt que présentent les forts au point de vue technique et archéologique, ils sont remarquables aussi pour le minéralogiste et le géologue, à raison de l'influence de la chaleur sur la formation de plusieurs espèces minérales : spinelle, humboldtilite et probablement feldspath triclinique. Le fluorure de silicium dégagé du mica paraît avoir agi ici comme dans les expériences de M. Hautefeuille. Ainsi, il y a bien des siècles, les constructeurs des forts vitrifiés, précurseurs inconscients dans une voie féconde, reproduisaient à leur insu des minéraux que l'on n'est parvenu à imiter dans les laboratoires que dans ces derniers temps.

» En résumé, le ramollissement et la fusion des matériaux qui constituent les forts vitrifiés, particulièrement ceux de la Creuse et des Côtes-du-Nord, qui sont formés de granite, dénotent chez leurs auteurs une habileté surprenante et la connaissance du maniement du feu, qualité qu'ils ont d'ailleurs manifestée maintes fois dans des opérations métallurgiques extrêmement anciennes. »

ART DES CONSTRUCTIONS, MÉCANIQUE ET HYDRAULIQUE APPLIQUÉES. — *Sur le grand canal de l'Est et sur les machines établies pour en assurer l'alimentation*. Note de M. L. LALANNE.

« En déposant sur le bureau, au nom de M. Alfred Picard, le bel Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Alimentation du canal » de la Marne au Rhin et du canal de l'Est », je prie l'Académie de me permettre de donner, sur la grande œuvre qui a été l'occasion et l'origine

de ce Livre, quelques détails encore peu connus et de nature à l'intéresser à plus d'un point de vue.

» Avant 1870, la navigation intérieure de notre région de l'Est s'opérait sur deux importantes artères : l'une, le canal du Rhône au Rhin, à peu près parallèle à la frontière; l'autre, le canal de la Marne au Rhin, sensiblement perpendiculaire à cette frontière. Toutes deux aboutissaient à Strasbourg et, par la rivière d'Ill, au grand fleuve limite séculaire de la Gaule et de la Germanie. La guerre fatale de 1870, en reculant notre frontière jusqu'aux Vosges, a coupé les extrémités de ces voies convergentes, nous enlevant un grand arc formé aux dépens des deux lignes et dont la direction générale du Nord à l'Est et au Sud passe par ou près Moussey, Gondrexange, Sarrebourg, Saverne, Strasbourg, Schlestadt, Colmar, Mulhouse et Valdieu, à l'Est de Belfort. Il ne pouvait plus être question de commercer avec Strasbourg, dont on est séparé par un parcours de plus de 100^{km}, placé tout entier sous un joug étranger. Le mouvement sur les tronçons qui nous restent était donc restreint, se réduisant à un trafic local. Il pouvait même être entièrement paralysé sur le canal de la Marne au Rhin, car le point de partage de Gondrexange à la traversée des Vosges est aux mains des Allemands, et l'alimentation des biefs du versant occidental de la chaîne, resté français, devenait précaire. Une convention internationale, il est vrai, était intervenue relativement au partage des eaux et assure à notre versant de la Meurthe $1^{m},60$ de tirant d'eau, sauf pendant le chômage annuel; mais l'utilité en était singulièrement amoindrie par une double cause. Les Allemands établissent leurs chômages pendant la saison des basses eaux, plus favorable à l'exécution des travaux de réparation. L'Administration française, au contraire, soucieuse des intérêts commerciaux, a depuis longtemps adopté, pour la région de l'Est, l'usage des chômages d'hiver, malgré l'aggravation notable des difficultés et des dépenses qu'ils entraînent pour les travaux. Elle s'est en outre décidée à porter à 2^{m} effectifs le tirant d'eau de toutes les lignes navigables, qui n'était jusqu'alors que de $1^{m},60$. Le chômage au bief de partage d'un côté, l'augmentation de la dépense d'eau due à l'accroissement du mouillage d'autre part, auraient donc rendu absolument insuffisante, pendant toute la période estivale, l'alimentation dispensée d'une manière parcimonieuse par le bief de partage.

» Mais une grande idée vint à surgir, sous la pression même de la triste situation qui nous était faite. Un habile ingénieur, M. Frécot, aujourd'hui inspecteur général des Ponts et Chaussées, conçut le projet de rétablir, en

arrière et parallèlement à la nouvelle frontière, des voies navigables de nature à remplacer avantageusement au profit du territoire mutilé les voies interceptées à notre détriment. On reprenait ainsi l'antique tradition qui attribue à Lucius Vetus, campé aux frontières de la Germanie pendant le règne de Néron, l'intention d'opérer la jonction de la Méditerranée et de la mer du Nord par le moyen d'un canal entre la Moselle et la Saône. On la complétait par la jonction à la Meuse améliorée, en empruntant d'ailleurs sur 20^{km} de longueur une partie du canal de la Marne au Rhin. Le nouveau canal de l'Est ainsi conçu commence sur la Meuse, à la frontière belge, un peu au-dessous de Givet, dessert Mézières, Sedan, Commercy, Toul, Nancy (par un embranchement), passe près d'Épinal, et aboutit à Port-sur-Saône, offrant un développement de 468^{km} de longueur, y compris l'emprunt de 20^{km} fait au canal de la Marne au Rhin, sans compter la courte branche de Nancy, dont l'établissement a permis de pourvoir économiquement cette ville d'une nouvelle distribution d'eau.

» La dépense totale devait s'élever à 100 millions. Ce n'était pas payer trop cher, assurément, l'établissement d'une artère pareille, qui établit la jonction, du Sud au Nord et de l'Ouest à l'Est, entre les extrémités de notre territoire mutilé, et qui offrirait, au besoin, sur une partie au moins de son parcours, une formidable ligne de défense. Mais les caisses de l'État, des départements et des villes étaient vides; le pays occupé par l'ennemi était épuisé ; il fallait pourvoir à la rançon qui nous était imposée.

» On ne s'arrêta devant aucun de ces obstacles. Aidé par un personnel d'élite, M. Frécot, soutenu aussi par le concours actif d'un ingénieur qui, à la suite des services rendus pendant la guerre, occupait une haute situation politique, M. Varroy, ne tarda pas à faire reconnaître à tous l'utilité de l'entreprise. Mettant à profit une des dispositions de la loi libérale du 10 août 1871, qui autorise les départements à s'entendre pour assurer l'exécution des travaux d'un intérêt commun, les cinq départements traversés par la ligne projetée constituèrent un syndicat qui se chargea de l'avance des fonds nécessaires. Ces fonds étaient empruntés par le syndicat à un taux supérieur à celui que l'État payait pour les avances qu'on lui faisait ainsi, et qu'il ne devait rembourser que par des payements échelonnés sur un espace de vingt ans. Un péage de $0^{fr},005$ par tonne et par kilomètre était entièrement affecté au remboursement de la différence d'intérêts et, pour le cas d'insuffisance présumée, les villes et les principaux industriels de la contrée vinrent apporter leur concours et s'engager à combler, s'il y avait lieu, le déficit annuel. Cette énergie au lendemain

des plus affreux revers, ces patriotiques efforts ne tardèrent pas à produire leurs effets et à recevoir leur récompense. Les travaux commencés successivement sur toute l'étendue de la ligne sont complètement achevés depuis plus d'un an sur le cours de la Meuse jusqu'au canal de la Marne au Rhin. Ils sont très avancés des deux côtés du grand bief de partage de Bouzey près d'Épinal, à la traversée de la chaîne des monts Faucilles, et l'œuvre entière sera terminée dans moins de deux ans. Les houilles belges peuvent donc venir directement, depuis quelque temps déjà, alimenter les usines à fer du groupe de Nancy; en retour, nous livrons des pierres, bientôt sans doute du minerai. Les produits bruts ou fabriqués de ce bassin si riche sont expédiés en France dans toutes les directions. Et tous ces avantages ont été acquis sans qu'on ait été obligé de faire appel aux garanties si généreusement souscrites par les populations de l'Est. La prospérité de nos finances permet à l'État d'effectuer aujourd'hui le remboursement anticipé des avances faites par le syndicat; une loi de 1880 a autorisé le Trésor à se libérer avant les termes d'échéance convenus.

» On a rencontré dans l'exécution de ce grand travail des difficultés, notamment dans la partie supérieure de la vallée de la Meuse, où les terrains à entamer étaient de très mauvaise nature. Mais la plus grande de toutes les difficultés consiste surtout à assurer à une ligne navigable et à ses dépendances un approvisionnement d'eau suffisant. L'évaporation, l'imbibition, les fuites à travers les fissures du terrain et les entre-bâillements des portes d'écluse, la consommation à laquelle donnent lieu les éclusées sur les deux versants d'un bief de partage sont autant de causes qui affament le bief. La dernière surtout, à mesure que l'activité de la navigation augmente, peut la rendre impossible. Les ressources alimentaires paraissent devoir être suffisantes au point de partage de Bouzey; elles ne l'étaient pas à Void, sur le tronçon emprunté au canal de la Marne au Rhin, qui sert en même temps de point de partage au canal de l'Est, car on descend de ce bief jusqu'à Toul, pour remonter ensuite la Moselle jusqu'à la hauteur d'Épinal. Il fallait donc pourvoir à une insuffisance qui existait déjà pour le versant de la Meuse du canal de la Marne au Rhin et qui aurait été singulièrement aggravée par les exigences de la navigation sur le canal de l'Est. On a évalué à 1^{m} par seconde le volume supplémentaire nécessaire à ce tronçon et aux biefs qui s'y rattachent, tant que le trafic annuel n'y excédera pas 600 000 à 700 000 tonnes, ce qui n'aura guère lieu avant une dizaine d'années.

» On a adopté, pour remédier à cette insuffisance, un parti que les res-

sources de l'art moderne tendent à rendre usuel : celui d'une alimentation artificielle, à l'aide de machines mues soit par l'eau, soit par la vapeur.

» Deux grandes usines hydrauliques ont été établies, l'une à Valcourt, l'autre à Pierre-Labreiche, dans la vallée de la Moselle. La force motrice, pour l'une comme pour l'autre, est empruntée à la chute de barrages établis dans la Moselle canalisée; elle s'élève à 320 chevaux-vapeur pour la première, à 270 pour la seconde. L'eau montée se déverse à la partie supérieure du tuyau ascensionnel, dans une simple rigole alimentaire. La chute du barrage agit sur deux turbines du système Girard modifié par feu M. Callon, ingénieur civil. La force transmise sur le pourtour de l'arbre de la turbine a été trouvée de 0,75 à 0,80 de la force motrice; elle n'est pas descendue à moins de 0,65, mesurée en eau montée : résultats très satisfaisants et qu'il est rare d'obtenir. Un mécanisme ingénieux communique le mouvement de la turbine aux pompes, sans engrenages, à l'aide d'un essieu coudé. Ces pompes sont à pistons plongeurs, animés d'une vitesse de $0^m,40$ par seconde. Le refoulement s'opère jusqu'à 40^m de hauteur; des réservoirs d'air jouent leur rôle ordinaire pour assurer la régularité des efforts dans la colonne d'aspiration comme dans la colonne de refoulement.

» A Vacon, où la force motrice naturelle manquait, on a établi des machines à vapeur de la force de 250 chevaux, mesurée en effet réellement produit par l'eau montée. On a adopté un mode de distribution dérivé du système Ingliss et, comme dans les machines hydrauliques, une action directe du moteur sur les pistons des pompes. La marche a lieu sous une pression de 5^{atm} à grande détente, avec une vitesse moyenne de piston de $1^m,70$ par seconde, vitesse exceptionnelle et précisément égale à l'étendue de la course, qui est de $1^m,70$, ce qui donne trente coups complets par minute. Les clapets sont du système Girard, modifiés en ce sens qu'au lieu de couvrir une ouverture centrale ils s'appliquent sur une ouverture annulaire concentrique à leur axe. Leur mouvement est réglé de manière que l'ouverture et la fermeture ne s'opèrent que graduellement. Grâce à ces perfectionnements et aux soins qui ont présidé à la construction, les machines ne consomment pas plus de 1^{kg} de charbon par force de cheval et par heure.

» Le bief du canal de la Marne au Rhin qui forme bief de partage pour le canal de l'Est étant ainsi alimenté à ses deux extrémités, les ingénieurs ont eu l'heureuse idée d'y organiser l'alimentation de manière à développer des courants alternatifs dirigés dans le sens de la marche des bateaux

à la traversée du souterrain de Foug et à accélérer ainsi la progression de ces bateaux. La vitesse de ces courants est de 300^m environ par heure.

» Les habiles ingénieurs chargés des projets et de l'exécution de ces travaux ont pensé que de pareilles installations devaient être mises à profit pour fournir à la Science et à l'Art des données expérimentales; aussi ont-ils préparé par de longues études préliminaires et fait ensuite avec le plus grand soin les expériences qui ont déterminé les chiffres exacts des rendements. Pour les machines hydrauliques, surtout, il y a des difficultés particulières consistant à jauger très exactement le débit du canal d'amenée de l'eau motrice. On n'a donc pas admis les procédés empiriques d'approximation, dont peut se contenter l'industrie privée, mais que ne comportait plus une expérience d'un caractère scientifique tentée avec les ressources dont dispose un grand service public.

» On a taré d'abord avec d'extrêmes précautions les instruments qu'on voulait employer à mesurer la vitesse du courant en différents points de la section mouillée. On n'a pas tardé à reconnaître que le tube de Pitot, même modifié par Darcy, donnait lieu à de grandes difficultés de lecture pour les vitesses ordinaires et ne pouvait fournir d'indications utiles qu'à de grandes vitesses qui ne devaient pas se produire dans les expériences. Le moulinet de Woltmann, au contraire, a donné d'excellents résultats. Les lectures y ont été faciles, et la variation du coefficient qui lie le nombre de tours à la vitesse réelle du courant a marché suivant une loi très régulière.

» Les canaux où coulait le liquide ont été disposés suivant des gabarits très réguliers, à parois tantôt maçonnées, tantôt formées de simples berges en terre, nues ou herbées. Préalablement aux expériences, on a opéré avec des règles très exactement graduées le mesurage des diverses dimensions en un certain nombre de profils, suffisamment rapprochés; on a divisé la section de chacun d'eux en rectangles et en trapèzes au moyen d'un quadrillage régulier et l'on a observé la vitesse au moyen du moulinet au centre de chacune des divisions de ce quadrillage. Ce n'est qu'après un grand nombre d'expériences dont les données ont été mises à profit qu'on a introduit des simplifications dans cette manière d'opérer si rigoureuse. Les eaux élevées par les machines étant reçues d'abord dans des rigoles servant de réservoirs et préalablement jaugées, on a pu, par l'observation du temps nécessaire au remplissage, calculer exactement l'effet utile en eau montée. On a été à même d'employer aussi le jaugeage par déversoirs, et, par la comparaison avec le mesurage direct des volumes, de vérifier les formules de M. Lesbros.

» On a mis encore à profit ce champ d'expériences intéressantes pour contrôler les coefficients obtenus par MM. Darcy et Bazin. On n'a trouvé de différences sensibles, ni pour les rigoles à parois maçonnées ni pour les rigoles à parois de terre non herbées. Pour les rigoles herbées, au contraire, l'influence retardatrice de la paroi est réellement très appréciable. Quant aux tuyaux neufs de gros diamètre, le frottement des parois intérieures a paru devoir être mesuré par un coefficient qui est la moyenne entre ceux que MM. Darcy et Bazin avaient obtenus pour les tuyaux neufs et pour les vieux. Le degré d'impureté de l'eau exerce, sur la vitesse d'écoulement, toutes choses égales d'ailleurs, une influence qui ne paraît pas avoir été indiquée par ces habiles ingénieurs. Les eaux chargées de matières limoneuses en suspension s'écoulent moins vite que les eaux pures.

» L'alimentation artificielle de ces belles lignes navigables de l'Est ne dispense pas de l'alimentation naturelle que fournissent de vastes approvisionnements d'eau. On a donc projeté deux grands réservoirs. L'un, celui de Paroy, près de la nouvelle frontière, ne contient pas moins de 1 800 000^{mc}. Il est établi au milieu de la formation géologique des marnes irisées, sur un terrain tout à fait imperméable; les eaux y sont soutenues par une levée en terre, d'une hauteur maximum de 6^{m},50, doublée intérieurement d'un corroi argilo-sablonneux revêtu de maçonnerie, et disposée par gradins successifs interrompus par des banquettes. Les eaux pluviales suffisent pour remplir ce réservoir.

» Un autre réservoir d'environ 7 000 000^{mc}, qui doit alimenter à la fois le canal de l'Est, la basse Meuse et une partie du canal de la Marne au Rhin, est projeté à Aouze, sur la haute Meuse, près de Neufchâteau, chef-lieu de sous-préfecture. L'eau qui en coulera par le lit de la Meuse sera, à la rencontre du dernier de ces canaux, remontée par des pompes à vapeur à une hauteur d'environ 5^{m},50 dans le bief de partage formé par le tronçon commun avec le canal de l'Est.

» La publication de M. Picard donne la description complète et les dessins d'ensemble de ces ouvrages et des machines employées à l'alimentation du nouveau réseau navigable de l'Est; il fait connaître le détail des expériences dont on vient d'exposer les principaux résultats, et paraît se rattacher dignement à l'histoire de la grande œuvre qui y a donné naissance. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude des actions du Soleil et de la Lune, dans quelques phénomènes terrestres*. Mémoire de M. **Bouquet de la Grye**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Dans un Mémoire présenté l'an dernier à l'Académie, j'ai montré qu'il existe une relation entre la pression barométrique observée à Brest et les positions de la Lune et du Soleil, et que d'autres relations lient la vitesse et la direction du vent, observées dans la même localité, aux influences luni-solaires. Les résultats indiqués s'appuyaient sur 25 années d'observations, comprenant 150000 données; ils avaient été obtenus par de simples moyennes.

» Pour séparer les actions relatives à chacune des coordonnées des astres, c'est-à-dire, pour serrer de plus près le problème que j'avais essayé de résoudre, j'ai eu recours à la formation d'équations où les forces qui agissent dans les phénomènes en question sont exprimées par des séries trigonométriques.

» L'étude actuelle contient le développement de cette manière de traiter la recherche des actions extra-terrestres.

» Dans la première Partie, j'indique les raisons qui militent en faveur d'une représentation empirique, et je montre qu'il est avantageux de comprendre dans les équations des données relatives à plusieurs classes de phénomènes.

» J'ai placé ainsi successivement, dans les seconds membres des équations, 22 séries de chiffres correspondant, à des faits différents, ce qui fournit en réalité 30000 équations distinctes.

» Ces équations sont de la forme suivante :

$$i^3 f(\sin v, \cos v) + i'^3 f'(\sin v', \cos v') \\ + i^3 i'^3 \mathrm{F}(\sin v, \cos v)\, \mathrm{F}'(\sin v', \cos v')\, \Phi(\sin Æ \cos Æ, \sin Æ' \cos Æ'),$$

en appelant i, i' les inverses des distances des astres considérés à la Terre, v, v' leurs déclinaisons, Æ, Æ' leurs ascensions droites.

» Le développement des séries est poussé, pour le Soleil, jusqu'à

sin $24v$ et cos $24v$; mais diverses considérations me font limiter le nombre total des termes à 41, en éliminant tous ceux qui ne représentent pas des formes géométriques bien distinctes.

» J'indique alors les corrections qui doivent être apportées à chacune des données, avant de l'introduire dans l'équation correspondante.

» En ce qui regarde les marées de Brest, ces corrections sont compliquées; elles ont trait : 1° aux variations des coordonnées des astres d'un jour à l'autre; 2° à la durée variable de l'intervalle compris entre les levers de la marée, correction exprimée par un terme de la forme $20^{mm} \sin 2(Æ' - Æ - \eta)$; 3° à la différence de la pression barométrique d'un jour à l'autre; 4° à la différence d'action du vent.

» D'autres termes de correction dépendent également de la grandeur de cette pression barométrique et de l'influence du vent; mais comme, après vérification, j'ai reconnu que le coefficient employé pour la correction de la pression était erroné et que, d'autre part, il n'existait point de loi reliant la direction et la vitesse du vent, au niveau de la mer, j'ai dû ajouter, dans le premier membre, de nouveaux termes relatifs à ces actions perturbatrices, en rangeant leurs coefficients au nombre de ceux à déterminer.

» La deuxième Partie du Mémoire expose la méthode suivie pour la recherche des 700 coefficients des formules considérées.

» Le nombre des équations étant tel, que la méthode des moindres carrés est inapplicable, par suite de la longueur des calculs, et que la méthode de Cauchy elle-même aurait demandé plusieurs années de travail, j'ai dû modifier cette dernière, tout en me conformant à son esprit, de façon à obtenir, par l'addition des équations premières, groupées de plusieurs façons, des équations finales où les inconnues, obtenues par substitution, restent multipliées par des coefficients maxima.

» L'erreur du résultat est diminuée en raison directe de la grandeur de ces coefficients.

» Je donne alors les résultats de l'élimination en ce qui concerne la marée de Brest.

» L'onde solaire *annuelle* se trouve représentée, dans ce port, par la formule

$$i'^3(-41^{mm},1 \sin 4v' + 3^{mm},1 \sin 8v' - 7^{mm},4 \cos 8v' + 3^{mm},1 \sin 16v' + 5^{mm},1 \cos 16v' - 5^{mm},4 \cos 20v' - 2^{mm},2 \sin 24v' - 1^{mm},4 \cos 24v' + 10^{mm},6 \sin 2\mathrm{L}\odot - 30^{mm},5 \cos \mathrm{L}\odot);$$

j'indique la valeur de l'erreur probable des coefficients les plus grands.

» Un Tableau donne ensuite les sommations de tous les termes, pour tous les jours de l'année; chiffres qui s'écartent beaucoup des résultats antérieurs, dus à Laplace, mais diffèrent moins de ceux du consciencieux ingénieur Chazallon.

» La formule des ondes lunaires *mensuelles*, résultant de nos calculs, est

$$i^3(6^{mm},7 + 0^{mm},9\sin 4v - 12^{mm},5\cos 4v + 1^{mm},5\sin 8v - 3^{mm},2\cos 8v - 3^{mm},1\sin 12v + 3^{mm},6\cos 12v);$$

elle donne de valeurs moins grandes que celles indiquées par Laplace et par Chazallon.

» D'autres termes, non prévus par la théorie, dépendent de la distance angulaire du Soleil et de la Lune; ils sont compris dans la formule

$$i^3 i'^3[-1^{mm},8\sin(Æ' - Æ) + 7^{mm},6\cos(Æ' - Æ) + 1^{mm},2\sin v\sin v'\sin(Æ' - Æ) + 0^{mm},9\cos 4v\cos 4v'\sin(Æ' - Æ) - 10^{mm},9\cos 4v\cos 4v'\cos(Æ' - Æ)].$$

» La correction de la pression barométrique est représentée par

$$+14^{mm},59(p - P) - 0^{mm},56(p - P)^2,$$

en appelant P la pression moyenne et p la pression actuelle.

» Je trouve, pour formule de correction due à l'influence du vent,

$$V[0^{mm},89 - 10^{mm},18\cos(\psi - 86^\circ,7) + 0^{mm},96\cos 2(\psi + 11^\circ,3)],$$

en appelant V la vitesse du vent et ψ l'angle formé par sa direction, compté positivement de l'est vers le nord.

» Des Tables sont données pour ces dernières corrections.

» Cette étude, dont j'abrège l'exposé, se termine par l'évaluation du niveau moyen de la mer à Brest, pendant la période qui commence en 1834 et finit en 1878.

» Je montre que la densité de l'eau intervient, comme cause perturbatrice du niveau de la mer à Brest; puis évaluant la correction due à la quantité d'eau de pluie, recueillie dans l'udomètre de l'observatoire de la Marine, j'arrive à trouver, comme résultat final, un exhaussement apparent du sol, qui s'élève en moyenne à $0^m,001$ environ par année pour la période où nous avons des observations marégraphiques.

» Je donnerai prochainement les lois qui relient les influences luni-solaires, tant à la pression barométrique observée à Brest et dans quatorze

autres points du globe, qu'à la direction de l'aiguille aimantée, et en même temps les formules qui rattachent la direction et la vitesse du vent à la pression barométrique et aux influences extra-terrestres. »

M. A. **Fauré** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Debrun** adresse une Note relative à un système de « bougies inextinguibles » pour la production de la lumière électrique.

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

CORRESPONDANCE.

L'**Académie des Sciences naturelles et Arts de Barcelone** exprime les profonds regrets qu'elle a éprouvés en apprenant la mort de notre illustre confrère M. *Michel Chasles*.

M. O. **Heer**, M. D. **Clos**, nommés Correspondants pour la Section de Botanique, adressent leurs remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observation des Perséides à l'Observatoire de Toulouse en* 1880. Note de M. B. **Baillaud**.

« Les conditions atmosphériques n'ont pas permis d'observer à Toulouse, en 1880, d'autre essaim d'étoiles filantes que celui des Perséides. Ce dernier a donné une pluie d'étoiles assez abondante; il a été observé les 9, 10 et 11 août par MM. E. Jean, Ch. Fabre et Saint-Blancat. Voici le relevé du nombre des astéroïdes aperçus pendant ces trois nuits :

Nuit du 9 au 10 août.

h m h m		h m h m		h m h m	
10.40 à 11. 0...	13	12.40 à 13. 0...	17	14.20 à 14.40...	26
11.20 à 11.40...	14	13. 0 à 13.20...	28	15. 0 à 15.20...	32
11.40 à 12. 0...	12	13.20 à 13.40...	46	15.20 à 15.40...	13
12. 0 à 12.10...	6	13.40 à 14. 0...	29		
12.20 à 12.40...	19	14. 0 à 14.20...	49		

Nuit du 10 au 11 août.

h m h m		h m h m		h m h m	
9. 0 à 9.15...	24	11.15 à 11.30...	25	13.30 à 13.45...	21
9.15 à 9.30...	10	11.30 à 11.45...	21	13.45 à 14. 0...	47
9.30 à 9.45...	15	11.45 à 12. 0...	25	14. 0 à 14.15...	55
9.45 à 10. 0...	15	12. 0 à 12.15...	25	14.15 à 14.30...	50
10. 0 à 10.15...	23	12.15 à 12.30...	27	14.30 à 14.45...	42
10.15 à 10.30...	20	12.30 à 12.45...	27	14.45 à 15. 0...	53
10.30 à 10.45...	25	12.45 à 13. 0...	21	15. 0 à 15.15...	27
10.45 à 11. 0...	29	13. 0 à 13.15...	18	15.15 à 15.30...	29
11. 0 à 11.15...	25	13.15 à 13.30...	12	15.30 à 15.45...	13

Nuit du 11 au 12 août.

h m h m		h m h m		h m h m	
10.15 à 10.30...	5	12. 0 à 12.15...	5	13.45 à 14. 0...	4
10.30 à 10.45...	7	12.15 à 12.30...	3	14. 0 à 14.15...	5
10.45 à 11. 0...	12	12.30 à 12.45...	6	14.15 à 14.30...	10
11. 0 à 11.15...	10	12.45 à 13. 0...	6	14.30 à 14.45...	20
11.15 à 11.30...	10	13. 0 à 13.15...	5	14.45 à 15. 0...	10
11.30 à 11.45...	10	13.15 à 13.30...	4		
11.45 à 12. 0...	8	13.30 à 13.45...	4		

En tout 1172 étoiles filantes. Le maximum a eu lieu dans la nuit du 10 août, entre 14^h et 15^h. Les trajectoires étaient généralement très courtes, et leurs extrémités assez éloignées du point radiant. Quatre-vingt-trois des plus longues ont été tracées sur une Carte. J'ai déterminé par le calcul le point radiant en suivant la marche employée par M. Tisserand en 1875. J'ai formé l'équation relative à chaque trajectoire et j'ai résolu par la méthode de Cauchy les quatre-vingt-trois équations ainsi obtenues. J'ai déduit des résidus les distances normales du point radiant trouvé aux diverses trajectoires. La considération de ces distances et des signes des termes des équations correspondantes a montré immédiatement que sept trajectoires n'appartenaient pas aux Perséides et que les autres se séparaient en deux groupes principaux, et j'ai repris la résolution des équations de chaque groupe. Je suis ainsi arrivé à grouper, d'une part quarante-six équations, et d'autre part dix-neuf, correspondant à des points radiants assez différents. Les coordonnées du premier sont

$$\alpha = 42^\circ 37', \quad \delta = 56^\circ 39',$$

celles du second

$$\alpha = 60^\circ 39', \quad \delta = 62^\circ 4'.$$

Les distances de ces deux points radiants aux trajectoires correspondantes sont toutes inférieures à 3°.

» Des onze autres trajectoires, six se rattachent plutôt au premier point radiant qu'au second, et sont aux distances suivantes du premier,

6°,7, 6°,2, 6°,2, 4°,8, 7°,2, 4°,8,

et cinq se rattachent plutôt au second qu'au premier et sont aux distances suivantes du second,

5°,0, 3°,6, 4°,5, 5°,5, 5°,5.

Ces onze trajectoires peuvent appartenir à d'autres points radiants secondaires, ou bien les différences proviennent d'erreurs d'observation bien facilement explicables, puisque les point radiants étaient très éloignés des extrémités de la partie visible de chacune de ces trajectoires. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les modes de transformation qui conservent les lignes de courbure.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans un travail antérieur [1] j'ai énoncé le théorème suivant :

« Étant donnée une surface (Σ), on lui adjoint une sphère fixe (S), et l'on construit toutes les sphères tangentes à la surface et coupant (S) sous un angle constant α. Par l'intersection de chacune de ces sphères et de (S) on fait passer de nouvelles sphères coupant (S) sous un angle constant β. Ces nouvelles sphères enveloppent une surface (Σ_1), correspondante point par point à (Σ) avec conservation des lignes de courbure. Les points correspondants sur les deux surfaces sont sur des cercles normaux à la fois aux deux surfaces et à la sphère (S). »

» Cette proposition donnait un moyen nouveau de réaliser un mode de transformation des surfaces avec conservation des lignes de courbure, auquel M. Ribaucour avait consacré quelques lignes dans une Communication faite à l'Académie en 1870 *sur la déformation des surfaces*. J'ajoutais le théorème suivant :

« Considérons une surface (Σ), enveloppe d'une série de sphères variables (U) coupant sous des angles quelconques la sphère (S). A chacune des sphères (U) coupant (S) sous un angle que j'appelle φ on fait correspondre une sphère (U_1) passant par l'intersection de (S)

[1] *Sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques*, p. 254-255.

et de (U), et coupant (S) sous un angle φ_1 déterminé par l'équation

$$(1) \qquad \frac{\cos\varphi - \cos\varphi_1}{1 - \cos\varphi\cos\varphi_1} = h \quad [1].$$

Alors les nouvelles sphères (U_1) enveloppent une surface (Σ_1) qui correspond point par point à (Σ) avec conservation des lignes de courbure. Si l'on assujettit les sphères (U) tangentes à (Σ) à couper (S) sous un angle constant, φ sera constant; il en sera de même de φ_1, en vertu de l'équation précédente, et l'on retrouve le théorème donné plus haut. »

» Ce qui caractérise cette nouvelle proposition, c'est qu'elle n'impose aucune autre condition aux sphères (U) que celle d'être tangentes à la surface (Σ). La surface transformée ne dépend que de (Σ), de (S) et de la constante h. On rencontre un fait analogue dans la théorie des surfaces parallèles, et, si l'on considère toutes les sphères tangentes à une surface (Σ), on en déduit, en conservant leurs centres et en augmentant leurs rayons d'une même quantité, toutes les sphères tangentes à une des surfaces parallèles à (Σ). La transformation de sphères définie dans notre deuxième proposition est moins simple que la précédente; mais elle offre l'avantage d'être plus générale, puisqu'elle dépend de la constante h et des quatre paramètres qui déterminent la position de (S).

» Supposons, en particulier, que la sphère (S) se réduise à un plan (π). Alors à tout plan (P) correspondra un plan (P′) passant par l'intersection de (π) et de (P), et les angles φ, φ' que font les plans (P), (P′) avec (π) seront liés par la relation (1). Il n'est pas difficile de reconnaître, dans cette transformation d'un plan dans un autre, celle qui a été étudiée récemment par M. Laguerre sous le nom de *transformation par directions réciproques*. On voit qu'elle est comprise dans la transformation de sphères qui est définie par notre deuxième proposition.

» Je n'ai rappelé ces résultats que pour arriver à la proposition qui est l'objet principal de cette Communication. Je vais montrer, conformément à un théorème général de M. S. Lie [2], que la transformation proposée en premier lieu par M. Ribaucour se ramène à des dilatations (passage d'une surface à la surface parallèle) et à des transformations par rayons vecteurs réciproques.

---

[1] Ou mieux $\tang\frac{\varphi}{2} = \tang\frac{\varphi_1}{2}\sqrt{\frac{1-h}{1+h}}$.

[2] S. Lie, *Ueber Complexe, insbesondere Linien-und Kugel-Complexe* (*Mathematische Annalen*, t. V, p. 186).

» A cet effet, considérons la transformation de sphères précédemment définie. Je vais montrer que, lorsque la sphère (S) dont elle dépend est une véritable sphère et ne se réduit pas à un plan, il existe toujours un rayon ρ tel, que toutes les sphères de rayon ρ ont pour transformées, quelle que soit leur position par rapport à (S), des sphères de rayon égal à $-\rho$.

» Désignons par R le rayon de (S). Soient (U), (U′) deux sphères de rayons ρ, $-\rho$, coupant (S) suivant le même cercle. Si l'on appelle φ, φ' les angles sous lesquels ces sphères coupent (S), on établira sans peine la relation

$$\frac{\sin^2\varphi}{R^2+\rho^2-2R\rho\cos\varphi}=\frac{\sin^2\varphi'}{R^2+\rho^2+2R\rho\cos\varphi'},$$

d'où l'on déduit

$$\frac{\cos\varphi-\cos\varphi'}{1-\cos\varphi\cos\varphi'}=\frac{2R\rho}{R^2+\rho^2}.$$

Cette relation est de même forme que la formule (1). Il suffira donc de déterminer ρ par l'équation

$$\frac{2R\rho}{R^2+\rho^2}=h.$$

Alors les sphères (U), (U′) seront correspondantes dans la transformation définie par notre deuxième proposition. J'ajoute que leurs centres, situé en ligne droite avec le centre de (S), seront *inverses* par rapport à la sphère (S′), concentrique à (S) et de rayon $\sqrt{R^2-\rho^2}$.

» D'après cela, soient (Σ) une surface quelconque et (Σ') sa transformée. Si l'on prend toutes les sphères (U) de rayon ρ tangentes à (Σ), elles auront pour transformées des sphères (U′) de rayon $-\rho$, tangentes à (Σ'). Les surfaces (Θ), (Θ'), lieux des centres des sphères (U), (U′), seront évidemment parallèles respectivement à (Σ) et à (Σ'), et, d'après ce qui vient d'être démontré, elles seront inverses l'une de l'autre par rapport à la sphère (S′). On voit donc que l'on peut passer de (Σ) à (Σ') : 1° par une dilatation qui transforme (Σ) en (Θ); 2° par une inversion par rapport à la sphère auxiliaire (S′), inversion qui transforme (Θ) en (Θ'); 3° enfin par une nouvelle dilatation qui transforme (Θ') en (Σ').

» Dans le cas spécial où la sphère (S) se réduirait à un plan, il faudrait commencer par effectuer une inversion quelconque sur l'ensemble de la figure.

» Je terminerai en remarquant que la recherche des modes de tranformation des surfaces avec conservation des lignes de courbure est liée de la manière la plus étroite avec celle des systèmes orthogonaux. Toutes les fois

que l'on aura trouvé un système triple orthogonal dont une surface quelconque puisse faire partie, on en déduira un mode de transformation des surfaces avec conservation des lignes de courbure. Dans un Mémoire inséré aux *Annales de l'École Normale* (2e série, t. VII, p. 118), j'ai indiqué un moyen de former un système orthogonal contenant quatre fonctions arbitraires d'une seule variable indépendante et dont peut faire partie une surface quelconque. Les méthodes de transformation qui en résultent se ramènent également à des dilatations et à des inversions successivement opérées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires simultanées, à coefficients rationnels, dont la solution dépend de la quadrature d'un même produit algébrique irrationnel.* Note de M. **Göran Dillner**, présentée par M. Hermite.

« Si $a_1, \ldots, a_k$ désignent des constantes, et que l'on pose le produit

(1) $$f(x) = (x - a_1)\ldots(x - a_k),$$

alors, d'après ma Note précédente ([1]), en conservant les mêmes notations, on aura l'intégrale suivante, $\xi_1, \ldots, \xi_\mu$ étant des constantes,

(2) $$\left\{\begin{aligned} \sum_{r=1}^{r=\mu} \mathrm{M}_r \int_{\xi_r}^{x_r} \frac{\psi(x_r)\,dx_r}{f(x_r)\,\mathrm{P}(x_r)^{\frac{1}{n}}} = \frac{\psi(a_1)}{f'(a_1)\,\mathrm{P}(a_1)^{\frac{1}{n}}} \sum_{r=1}^{r=n} \varepsilon_r \log(z_1 - \varepsilon_r) + \ldots \\ + \frac{\psi(a_k)}{f'(a_k)\,\mathrm{P}(a_k)^{\frac{1}{n}}} \sum_{r=1}^{r=n} \varepsilon_r \log(z_k - \varepsilon_r) + \text{const.}, \end{aligned}\right.$$

où l'on a posé

(3) $$z_r = \frac{\mathrm{P}(a_r)^{\frac{1}{n}}}{\varphi(a_r)} = \frac{1}{\left[1 - \dfrac{\mathrm{G}\,\Pi(a_r)}{\mathrm{P}(a_r)}\right]^{\frac{1}{n}}} \quad (r = 1, 2, \ldots, k),$$

et où l'on suppose le degré du produit $f(x)\,\varphi(x)$ supérieur à celui de $\psi(x)$.

» En désignant par J la partie variable du second membre de la formule (2) et par J_0 la valeur de la même quantité pour

$$x_r = \xi_r \quad (r = 1, 2, \ldots, \mu),$$

([1]) *Comptes rendus*, même volume, p. 235.

cette formule s'écrira

(4) $$\sum_{r=1}^{r=\mu} \mathrm{M}_r \int_{\xi_r}^{x_r} \frac{\psi(x_r)\,dx_r}{f(x_r)\,\mathrm{P}(x_r)^{\frac{1}{n}}} = \mathrm{J}-\mathrm{J}_0.$$

» Maintenant, en posant

(5) $$y_r = e^{\mathrm{X}_r + \mathrm{M}_r \int_{\xi_r}^{x_r} \frac{\psi(x_r)\,dx_r}{f(x_r)\,\mathrm{P}(x_r)^{\frac{1}{n}}}} \quad (r=1, 2, \ldots, \mu),$$

où

(6) $$\mathrm{X}_r = \int_{\xi_r}^{x_r} \mathfrak{A}_r(x_r)\,dx_r \quad (r=1, 2, \ldots, \mu),$$

$\mathfrak{A}_1(x_1), \ldots, \mathfrak{A}_\mu(x_\mu)$ étant des fonctions rationnelles, et, par suite, $\mathrm{X}_1, \ldots, \mathrm{X}_\mu$ des sommes de fonctions logarithmiques et rationnelles, on aura le système suivant d'équations différentielles linéaires simultanées correspondantes,

(7) $$\frac{d^n y_r}{dx_r^n} + p_1^{(r)} \frac{d^{n-1} y_r}{dx_r^{n-1}} + \cdots + p_{n-1}^{(r)} \frac{dy_r}{dx_r} + p_n^{(r)} y_r = 0 \quad (r=1, 2, \ldots, \mu),$$

les coefficients $p_1^{(r)}, \ldots, p_{n-1}^{(r)}, p_n^{(r)}$ étant des fonctions rationnelles de x_r. Le produit des μ solutions (5) de ces μ équations prendra, à l'aide de (4), la forme suivante, où le signe d'intégration a disparu,

(8) $$y_1 y_2 \ldots y_\mu = e^{\sum_{r=1}^{r=\mu} \mathrm{X}_r + \mathrm{J} - \mathrm{J}_0},$$

les quantités $x_1, \ldots, x_\mu$ devant satisfaire aux résultats d'élimination des $(\mathrm{M}_1 + \ldots + \mathrm{M}_r)$ équations (13) de la Note déjà citée.

» Ces résultats s'étendront sans difficulté au cas où une ou plusieurs des racines $a_1, \ldots, a_k$, dans la formule (1), sont multiples. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété que possède le produit des k intégrales de k équations différentielles linéaires, à coefficients rationnels, dont la solution dépend de la quadrature, respectivement, de k fonctions rationnelles de la variable indépendante et d'une même irrationnalité algébrique;* par M. G. **Dillner**.

« MM. Hermite, Picard et Brioschi [1] ont envisagé une propriété remarquable du produit des intégrales de deux équations différentielles linéaires

[1] Voir le *Compte rendu* du 15 novembre 1880.

du second ordre. Cette propriété est un cas très particulier d'un théorème général qui se déduit de la manière suivante.

» Posons, à cet effet, d'après la formule (9) de ma Note insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 2 novembre 1880, les k intégrales suivantes,

$$(1)\quad y_r = e^{\int f_r(x,\mathfrak{B})\,dx} = e^{\int\left[A_1^{(r)}\left(\frac{C}{B}\right)^{n-1}+\ldots+A_{n-1}^{(r)}\frac{C}{B}+A_n^{(r)}\right]dx}\quad (r=1, 2, \ldots, k)\,(^1),$$

où $f_1(x, \mathfrak{B})$, ..., $f_k(x, \mathfrak{B})$ sont des fonctions rationnelles de la variable indépendante x et d'une même irrationnalité algébrique $\mathfrak{B} = CB^{-1}$ [*voir* la formule (1) de la Note citée], et où $A_1^{(r)}$, ..., $A_{n-1}^{(r)}$, $A_n^{(r)}$ sont des fonctions rationnelles de x, et soient

$$(2)\quad \frac{d^n y_r}{dx^n}+p_1^{(r)}\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}}+\ldots+p_{n-1}^{(r)}\frac{dy_r}{dx}+p_n^{(r)}y_r=0\quad (r=1, 2, \ldots, k)$$

les k équations différentielles linéaires correspondantes, les coefficients $p_1^{(r)}$, ..., $p_{n-1}^{(r)}$, $p_n^{(r)}$ étant des fonctions rationnelles de x; alors le produit ζ de ces k intégrales aura la forme

$$(3)\qquad \zeta = y_1 y_2 \ldots y_k = e^{\int\left[S_1\left(\frac{C}{B}\right)^{n-1}+\ldots+S_{n-1}\frac{C}{B}+S_n\right]dx},$$

où l'on a posé

$$(4)\qquad S_r = A_r^{(1)}+\ldots+A_r^{(k)}\quad (r=1, 2, \ldots, n),$$

les coefficients S_1, ..., S_n étant ainsi des fonctions rationnelles de x. Donc *le produit ζ sera lui-même l'intégrale d'une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels déterminés, équation qui est d'ordre* n *ou d'un ordre supérieur* (*voir* la remarque I de la Note citée). »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Le problème des restes dans l'Ouvrage chinois* Swan-king *de Sun-tsze et dans l'Ouvrage* Ta-yen-lei-schu *de Yih-hing.* Note de M. L. **Matthiessen**.

« La règle de Sun-tsze est présentée en quatre lignes rimées, puis développée par la solution du problème suivant :

» *Un nombre divisé par* 3 *donne pour reste* 2; *divisé par* 5, *il donne* 3, *et par* 7 *il donne* 2 : *quel est le nombre?*

(1) La généralité de la formule citée n'est pas diminuée en posant $A = 1$, puisque l'intégrale $\int A_n dx$ contient, en général, une partie logarithmique.

» Dans un Commentaire de Tsin, qui date de la fin de la dynastie des Sung, c'est-à-dire du XIIIe siècle, le « calcul du développement » est expliqué plus clairement. On prend le produit des trois diviseurs 3, 5, 7, et l'on obtient 105, appelé *yen-mu* ou « développement premier ». Si l'on divise le nombre par le « nombre premier déterminé, » ting-mu, qui est ici le nombre 7, le quotient 15 est le « nombre de développement » ou yen-su. Ce nombre 15 divisé par 7 donne pour reste 1 (qui est le « multiplicateur » ou tsching-suh); multiplié par le multiplicateur 1, le nombre 15 donne pour produit le « nombre auxiliaire » ou yeng-su 15. C'est pourquoi Sun-tsze dit précédemment : « Pour 1 obtenu par 7, écrivez 15. » On obtient de la même manière les autres nombres auxiliaires. 105:5 ou 21 est le deuxième nombre de développement; 21:5 donne pour reste 1 (qui est le multiplicateur), et 21×1 ou 21 est le deuxième nombre auxiliaire. De même, $105:3 = 35$, qui, divisé par 3, donne pour reste 1 (si l'on prend le multiplicateur 2), et le troisième nombre auxiliaire est 35×2 ou 70; par conséquent, pour 1 obtenu par 3, mettez 70.

» La méthode remarquable précédemment développée a été de nouveau inventée par M. Gauss (voir *Disquis. arithm.*, § XXXIV).

» Le Livre de Yih-hing, nommé *Ta-yen-lei-sihu*, a eu une grande célébrité, et il a été commenté par le même Tsin-Kin-Tschaou dans un Livre de deux Parties, chacune de neuf Chapitres.

» Le premier Chapitre de la première Partie traite une généralisation de la méthode de Sun-tsze par rapport à des modules non relativement premiers. Il part des quatre nombres principaux 1, 2, 3, 4 pour calculer le « nombre de développement » 50 et le « nombre auxiliaire » 49. On forme avec ces nombres les produits suivants :

$$\begin{aligned} 1 \times 2 \times 3 \times 4 &= 24, \\ 1 \times 3 \times 4 &= 12, \\ 1 \times 2 \times 4 &= 8, \\ 1 \times 2 \times 3 &= 6. \end{aligned}$$

» Ces produits sont ensuite disposés, comme nombres de développement, en deux séries, avec les quatre nombres principaux, savoir :

Nombres principaux..................	1	2	3	4
Nombres de développement............	24	12	8	6

» La somme des quatre derniers donne le « grand nombre de développement » 50; le produit de deux quelconques de ces nombres placés l'un au-

dessus de l'autre forme toujours 24. Le nombre trouvé 50 ne peut pas servir directement de nombre auxiliaire dans la continuation du calcul ([1]). C'est pourquoi les divers produits obtenus avec l'un quelconque des nombres principaux et le nombre de développement sont divisés par le diviseur commun 2, de telle sorte que, dans les deux séries suivantes, le produit d'un nombre premier avec le nombre de développement placé au-dessus de lui soit égal à 12, savoir :

Nombres relativement premiers..........	1	1	3	4
Nombres de développement..............	12	12	4	3

» Maintenant on retranche, autant qu'on le peut, du nombre de développement le nombre relativement premier placé au-dessus, jusqu'à ce qu'on obtienne le reste 1 :

Nombres relativement premiers............	1	1	3	4
Multiplicateurs (restes) ([2])................	1	1	1	3

» Dans la suite du calcul, les multiplicateurs (restes) sont employés comme multiplicateurs des nombres de développement trouvés en dernier lieu, 12, 12, 4, 3, d'où résultent les séries suivantes :

Nombres relativement premiers..........	1	1	3	4
Nombres de développement auxiliaires.....	12	12	4	9

» Alors, puisque le second nombre principal 2 a déjà été précédemment réduit à 1, et le second nombre de développement 12 laissé invariable, le second nombre de développement auxiliaire 12 y est ajouté; les autres restent invariables, d'où résultent les séries suivantes :

Nombres principaux..................	1	2	3	4
Nombres auxiliaires déterminés.........	12	24	4	9

» La somme de la dernière série fournit 49, nommé le nombre auxiliaïre, comme il est dit précédemment.

» Il peut être établi le théorème suivant :

» *Soient* M *le produit des modules arbitraires* $m_1, m_2, \ldots, m_n$, *et leur multiple*

([1]) Savoir, parce que les nombres de développement ont le diviseur commun 2.

([2]) Ce lieu est aussi corrompu par la mésintelligence du traducteur tout comme au même lieu de la méthode de Sun-tsze. Il faut dire : on multiplie le nombre de développement par des nombres principaux 1, 2, 3, 4, 5, ..., jusqu'à ce que l'on trouve le reste 1 pour la division par le nombre placé au-dessus.

commun le plus petit $m = 1^p 1^q \ldots 2^r 3^s 5^t \ldots = \mu_1 \mu_2 \ldots \mu_n$. *Alors on cherche les nombres de développement auxiliaires* $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$, *qui satisfont aux congruences suivantes :*

$$m_1 \equiv 0 \pmod{\mu_1},$$
$$m_2 \equiv 0 \pmod{\mu_2},$$
$$m_3 \equiv 0 \pmod{\mu_3},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\alpha \equiv 0 \left(\bmod \frac{m}{\mu_1}\right), \qquad \alpha \equiv 1 \pmod{\mu_1},$$
$$\beta \equiv 0 \left(\bmod \frac{m}{\mu_2}\right), \qquad \beta \equiv 1 \pmod{\mu_2},$$
$$\gamma \equiv 0 \left(\bmod \frac{m}{\mu_3}\right), \qquad \gamma \equiv 1 \pmod{\mu_3},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

» Or on pourra établir

$$N \equiv \alpha r_1 + \beta r_2 + \gamma r_3 + \ldots \pmod{m},$$

ou généralement

$$N = \Sigma r_1 \alpha (1 + m_1 - \mu_1) - mu,$$

μ désignant un nombre entier arbitraire.

» Or, si le problème est soluble, il est nécessaire que toutes les congruences proposées satisfassent à la congruence

$$r_p \equiv r_q \;[\bmod \delta(m_p, m_q)],$$

δ désignant le diviseur commun le plus grand de deux modules m_p et m_q.

» Nous soumettons la démonstration de ce théorème à l'examen des mathématiciens. »

ACOUSTIQUE. — *Sur un phénomène particulier de résonnance.* Note de M. E. GRIPON, présentée par M. Jamin.

« J'ai annoncé, le 2 avril 1880, dans une séance de la réunion des Sociétés savantes à la Sorbonne, qu'un diapason rendant un son simple fait résonner des masses d'air qui, mises en vibration, produisent un son compris dans la série harmonique du son du diapason. Dans tout autre cas, la résonnance est très faible et souvent négligeable.

» Avec un diapason *do*³ de 512 vibrations simples on fait résonner des tuyaux ouverts ou bouchés qui rendent par eux-mêmes les sons *do*³, *do*⁴,

sol^4, *do*^{5}, *mi*^{5}. On entend le deuxième harmonique *do*^{4} du tuyau *fa*^{2} et même l'harmonique *mi*^{4} du tuyau *la*^{2}.

» J'ai fait ces expériences avec des tuyaux d'orgue, avec de simples tubes de zinc ouverts aux deux bouts, avec un tube de verre bouché par une colonne d'eau dont on fait varier progressivement la longueur. L'expérience réussit également avec les résonnateurs sphériques de M. Helmholtz. On peut, en approchant le même diapason de l'orifice, faire vibrer les résonnateurs *do*^{4}, *sol*^{4}, *do*^{5}. Seulement on remarque dans toutes ces expériences que plus on s'élève dans l'ordre des harmoniques et plus l'amplitude des vibrations du diapason doit être grande.

» En faisant résonner un grand diapason *do*^{2} de 256 vibrations simples et plaçant à l'oreille les résonnateurs *do*^{3}, *sol*^{3}, *do*^{6}, on les entend vibrer, surtout les deux premiers. Ces expériences réussissent également avec les sons d'un harmonium.

» Le résonnateur *do*^{8} (premier harmonique) vibre lors même que l'amplitude des vibrations du diapason est faible. Cette observation me semble importante. Si dans un mélange de sons on entend vibrer le résonnateur *do*^{4}, on ne pourra pas assurer d'une manière certaine que le son *do*^{4} existe dans le mélange analysé, car il suffit qu'il s'y trouve un *do*^{3}, un *fa*^{2}, un *la*^{2}, un *do*^{2} assez intenses.

» On peut obtenir les mêmes phénomènes de résonnance avec les caisses renforçantes des diapasons, ce qui prouve que la forme de la masse d'air ébranlée n'a pas d'influence.

» Un diapason *do*^{3} que l'on fait reposer par son pied sur les caisses résonnantes d'autres diapasons fait vibrer seulement ceux qui appartiennent à la série harmonique. Avec le diapason *do*^{2} j'ai pu aller jusqu'à *do*^{5}.

» Tels étaient les faits que j'ai fait connaître en avril 1880. Il me restait à les étudier pour savoir si le son grave d'un diapason peut bien réellement faire naître et entretenir les vibrations plus rapides d'une masse d'air rendant un son harmonique ou si les résonnances observées ne venaient pas de l'existence d'harmoniques très faibles produits par le diapason en dehors des prévisions de la théorie.

» J'ai été amené ainsi à étudier au microscope, par la méthode optique, la vibration de mes diapasons : je n'ai jamais observé qu'une vibration simple. J'ai ensuite réuni deux diapasons par un fil de cuivre très fin, tendu comme dans les expériences de M. Melde, et j'ai vu que l'on pouvait faire vibrer à l'aide d'un diapason grave ceux des diapasons qui rendaient des sons harmoniques et non les autres.

» Cette portion assez étendue de mes recherches touchait à sa fin lorsque j'ai lu dans le numéro de décembre 1880 des *Annales de Wiedemann* un Mémoire de M. Kœnig, qui traite la même question et qui arrive comme moi à la conclusion que le son du diapason est simple et que le phénomène de résonnance ne doit pas être limité, comme on le croit généralement, au cas où le corps influencé et le corps excitateur sont à l'unisson.

» La publication de M. Kœnig me force à limiter la Communication que je fais à l'Académie à ce qui m'est encore bien personnel.

» Le fil de cuivre fixé au diapason était tendu par un poids que je pouvais faire varier. Ce fil passait sur l'une des branches du diapason influencé et y était maintenu avec un peu de cire. Je pouvais donc changer facilement la longueur de la portion du fil comprise entre les deux diapasons. En opérant ainsi, on trouve que parfois le diapason harmonique résonne à la moindre attaque du diapason grave; d'autres fois la résonnance a seulement la durée de la vibration de ce dernier diapason, ou bien elle ne se produit que si on l'attaque vigoureusement; enfin l'on rencontre certaines longueurs, certaines tensions pour lesquelles la résonnance est absolument nulle. La résonnance m'a paru très forte lorsque la corde était à l'unisson du diapason excitateur. Lorsque la corde est à très peu près à l'unisson des deux diapasons, la résonnance est réciproque et la vibration de l'un d'eux fait résonner l'autre. Si cependant les deux nœuds extrêmes sont excessivement voisins des deux diapasons, la vibration est impossible, comme je l'ai indiqué il y a longtemps, ou bien elle est désordonnée, et la corde se met à vibrer en un seul fuseau. Elle rend alors, ce qui est remarquable, un son plus grave que celui du diapason excitateur; l'intervalle des deux sons est tantôt une quinte, tantôt une octave, justes ou fausses.

» J'ai observé les mêmes phénomènes avec des fils métalliques vibrant à la manière des verges et qui ne peuvent pas, comme les cordes, produire la série harmonique 2, 3, 4, ..., à laquelle appartient le diapason.

» Je me réserve de résumer dans une autre Communication ce qui a trait à l'influence, sur la résonnance, du corps interposé entre les deux diapasons, et à la production des sons plus graves que celui du corps sonore excitateur. »

OPTIQUE. — *Sur la double réfraction elliptique et les trois systèmes de franges.* Note de M. CROULLEBOIS.

« La double réfraction elliptique, hors de l'axe du quartz, est aussi certaine que la double réfraction circulaire le long de l'axe. J'ai obtenu, conformément à l'hypothèse d'Airy, la séparation *intégrale* des deux rayons *contrairement* et *réciproquement* polarisés à l'aide de mon biprisme biréfringent elliptique (1). C'est le même appareil que j'utilise pour produire, dans la lumière elliptique, trois systèmes de franges, analogues aux trois systèmes que Fresnel et Arago ont découverts dans la lumière circulaire.

» Le problème consiste à réaliser simultanément les interférences : 1° de deux rayons elliptiques de même gyration, égaux et parallèles (interférences de première espèce); 2° de deux rayons elliptiques de gyration contraire, semblables et croisés (interférences de seconde espèce).

» Dans le premier cas, les rayons elliptiques interfèrent, soit comme deux rayons naturels, soit comme deux rayons circulaires de même sens, soit comme deux rayons rectilignes et parallèles (2).

» Le second cas est plus compliqué et mérite un examen spécial. Soit ρ l'anomalie, tant *physique* que *géométrique*, des deux rayons. Les équations des rayons elliptiques caractéristiques sont

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= a\cos\xi \\ y_1 &= ka\cos\left(-\xi\frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}\right\}, \qquad \left.\begin{aligned} x_2 &= ka'\cos(\xi-\rho) \\ y_2 &= -a'\cos\left(\xi-\frac{\pi}{2}+\rho\right) \end{aligned}\right\},$$

en posant

$$a=\frac{\sqrt{\cos^2\omega+k^2\sin^2\omega}}{1+k^2}, \quad a'=\frac{\sqrt{\sin^2\omega+k^2\cos^2\omega}}{1+k^2};$$

ω désigne l'angle du plan de polarisation de la lumière incidente avec la section principale du prisme antérieur, et k le rapport de similitude compris entre 0 et 1.

» Composons x_1 avec x_2, y_1 avec y_2; il vient

$$X = A\cos\xi, \quad Y = B\cos(\xi-\psi).$$

Aucune des amplitudes A ou B ne pouvant s'annuler, la condition, pour

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVIII.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV.

que le rayon résultant devienne rectiligne, est $\psi = 0$ ou ϖ; d'où l'on déduit

$$\cos\rho_1 = \frac{k(a^2 - a'^2)}{(1 - k^2)aa'}.$$

Ainsi la polarisation rectiligne sera rétablie deux fois dans l'intervalle d'une période, pour deux valeurs de l'anomalie $2n\varpi + \rho_1$ et $2(n+1)\varpi - \rho_1$, et suivant les deux azimuts symétriques $+\omega$ et $-\omega$.

» Voici la disposition générale de l'expérience :

» Un trait lumineux, très vif et polarisé, illumine les demi-lentilles de Billet; les deux images conjuguées P_1 et P_2 traversent le biprisme et s'y dédoublent séparément en G_1, D_1 et G_2, D_2: à la suite et plus loin, sont alignés une loupe à long foyer et un analyseur, prisme de Nicol ou prisme biréfringent. En plaçant l'axe du biprisme *rigoureusement* à égale distance des images D_1 et G_2, en orientant convenablement le polariscope, on obtient sans peine trois systèmes de franges : deux systèmes *latéraux* de même largeur, symétriquement écartés, et un troisième système *central,* occupant l'intervalle qui sépare les premiers et formé de franges beaucoup plus fines. Les franges latérales sont de première espèce, et les centrales de seconde espèce.

» *Explication.* — Les rayons sinistrorsum émanés des deux sources G_1 et G_2, assemblés en faisceaux coniques, sont rejetés en dehors de la ligne axiale, vers la gauche par exemple, et, comme ils ont subi des retards inégaux, tant dans le quartz que dans l'air, ils entrent nécesssairement en conflit et donnent des franges (ayant la largeur des franges uniques qu'on obtiendrait sans le biprisme). Les faisceaux D_1 et D_2 interfèrent de la même manière et de l'autre côté de l'axe. Pareillement, à une distance suffisante, les cônes G_2 et D_1 se rencontrent dans le champ et donnent des franges de seconde espèce, qui doivent être plus étroites que les premières.

» *Si la lumière est naturelle,* le système central fait défaut, même avec le nicol oculaire, comme l'indique la théorie; les systèmes latéraux redoublent d'intensité ou pâlissent (par effet simple de contraste) tour à tour pour deux orientations du polariscope parallèles aux azimuts principaux du biprisme.

» *Si la lumière est polarisée,* on peut tenter de nombreuses vérifications; en particulier, si la lumière est polarisée à 45°, les franges centrales acquièrent leur maximum de beauté dans les azimuts $\pm\frac{\pi}{4}$ du polariscope.

» Le système central ne peut être considéré comme le prolongement des

systèmes latéraux; il s'en distingue nettement, et par son état de polarisation, et par sa finesse contrastante, en sorte que l'objection faite au procédé d'Arago ne peut être invoquée ici [1].

» *Il est donc établi que les rayons elliptiques inverses et réciproques ont une existence réelle en dehors du quartz.*

» Nous aurons l'honneur de communiquer à l'Académie une démonstration aussi probante pour les trois systèmes de franges des rayons circulaires et des rayons rectilignes. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel appareil destiné à montrer la dissociation des sels ammoniacaux.* Note de M. **D. Tommasi**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un petit appareil de mon invention et à l'aide duquel on peut montrer à tout un auditoire la dissociation des sels ammoniacaux. Cet appareil, que je nommerai le *dissocioscope*, se compose d'un tube en verre ayant $0^m,20$ à $0^m,25$ de hauteur sur $0^m,03$ à $0^m,04$ de diamètre. Dans l'intérieur du tube se trouve suspendue, à l'aide d'un fil de platine, une bande de papier de tournesol bleu, imbibée préalablement d'une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque [2]. La solution de ce sel étant ordinairement un peu acide, on la neutralise par quelques gouttes d'ammoniaque; mais il faut avoir soin de ne pas en ajouter trop, car cela pourrait nuire à la réaction qui doit plus tard se produire. La dissolution du chlorhydrate d'ammoniaque (pur) dans l'eau (distillée) doit se faire à la température ordinaire et contenir un excès de sel ammoniac. La bande de tournesol, après avoir été retirée de la solution de chlorhydrate d'ammoniaque, est pressée légèrement entre des doubles de papier buvard et introduite (le papier étant encore humide) dans le tube de verre.

» Pour faire fonctionner le dissocioscope [3], il suffit de le plonger dans un cylindre de verre rempli d'eau bouillante. Le sel ammoniac se dissocie aussitôt et le papier de tournesol se colore en rouge. En plongeant ensuite le

---

(1) Righi, *Journal de Physique*, t. VII, p. 29.

(2) En substituant au chlorhydrate d'ammoniaque le sulfate, le nitrate, l'oxalate d'ammoniaque, etc., le même appareil peut servir à la démonstration de la dissociation de ces différents sels.

(3) Le dissocioscope que M. H. Sainte-Claire Deville a bien voulu présenter de ma part à l'Académie a été construit par M. Alvergniat, avec toute l'habileté qu'on lui connaît.

dissocioscope dans l'eau froide, la petite quantité d'ammoniaque dissociée se combine de nouveau à l'acide chlorhydrique et le papier de tournesol redevient violet.

» Il est évident que l'on peut répéter cette expérience autant de fois qu'on le désire et obtenir toujours les mêmes résultats. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés de l'acroléine.* Note de MM. **E. Grimaux** et **P. Adam**, présentée par M. Wurtz.

« En traitant l'acroléine par le gaz chlorhydrique, MM. Geuther et Cartmell [1] ont obtenu un produit d'addition, le chlorhydrate d'acroléine, qui, se transformant en acide β-chloropropionique, comme l'a montré M. Krestownikoff [2], doit être considéré comme l'aldéhyde β-chloropropionique, ou plutôt un polymère de cette aldéhyde. Geuther et Cartmell ont montré, en effet, que ce corps, par perte d'acide chlorhydrique, fournit un polymère solide de l'acroléine, la *métacroléine*.

» En étudiant la formation et les réactions de ces corps, nous avons pu en établir la condensation moléculaire et découvrir quelques faits nouveaux.

» On obtient facilement la paraldéhyde chloropropionique en saturant de gaz chlorhydrique sec l'acroléine placée dans un mélange réfrigérant. Après douze heures, avec une basse température, le tout se prend en une masse cristalline imprégnée d'une matière huileuse. La partie liquide, séparée par filtration, est soumise à la distillation dans le vide; sous 10^{mm} de pression, il passe, entre 40° et 50°, un liquide incolore, réduisant énergiquement la liqueur cupropotassique, et qui n'est autre que de l'aldéhyde chloropropionique C^3H^5ClO non encore polymérisée. Saturée de gaz chlorhydrique, elle se polymérise au bout de quelques jours. Après que ce corps a passé à la distillation, on recueille un mélange d'aldéhyde et de son polymère, et le point d'ébullition s'élève jusqu'à 170°, température à laquelle distille le polymère, qui cristallise immédiatement dans le récipient. Quant à la partie solide, on la purifie par une compression ou une distillation dans le vide, puis on fait cristalliser la matière en la dissolvant dans neuf fois son poids d'alcool à la température de 30° et abandonnant la solution à l'évaporation.

---

(1) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXII, p. 1; 1859.

(2) *Berichte der deutschen chem. Gesellsch.*, t. XII, p. 1487.

» La paraldéhyde chloropropionique forme de magnifiques aiguilles transparentes ressemblant au sulfate de soude; elle fond à 33°,5 et distille entre 170° et 175° sous une pression de 12^{mm} à 15^{mm}. A la pression ordinaire, elle ne fournit par la distillation que des traces d'acide chlorhydrique et d'acroléine; mais elle passe entre 130° et 170°, en se dépolymérisant et fournissant un liquide incolore, très réducteur, qui, à une seconde distillation, passe tout entier entre 125° et 130° : c'est l'aldéhyde chloropropionique C^3H^5ClO qui se polymérise de nouveau en peu de temps, grâce à la présence d'une petite quantité d'acide chlorhydrique.

» La paraldéhyde chloropropionique n'agit pas sur la liqueur cupropotassique; cette réaction permet de distinguer les aldéhydes de leurs produits de condensation; en effet, la paraldéhyde ordinaire, la paraldéhyde isobutylique, la métacroléine n'ont pas de pouvoir réducteur.

» On doit la représenter par la formule $C^9H^{15}Cl^3O^3 = 3(C^3H^5ClO)$, comme l'indique la densité de vapeur de la métacroléine.

» La paraldéhyde chloropropionique est un corps très stable; nous n'avons pu encore remplacer le chlore par le groupe OH. L'eau, la baryte à 100°, l'acétate d'argent, l'acétate de plomb à 120° ne l'attaquent pas. A 110°, l'eau et la baryte mettent en liberté l'acide chlorhydrique, mais la majeure partie de la matière organique est transformée en une résine analogue au disacryle. L'éthylate de sodium réagit assez facilement en donnant un liquide huileux qui n'a pas encore été examiné.

» *Métacroléine.* — Nous avons préparé la métacroléine, en suivant les indications de Geuther et Cartmell, par la distillation de la paraldéhyde chloropropionique avec son poids de potasse pulvérisée. Le rendement est très faible, 12 à 15 pour 100 du poids de la paraldéhyde.

» La métacroléine cristallise en belles lames transparentes par évaporation de sa solution alcoolique; elle fond à 45°-46°. Sa densité de vapeur, prise à 132° par le procédé Hofmann, a été trouvée égale à 5,9; la théorie, pour la formule $C^9H^{12}O^3$, est de 5,8, ce qui prouve qu'elle dérive de la condensation de 3^{mol} d'acroléine. A 160°, il y a commencement de dissociation; la densité est de 4,5, et à 182° de 3,99.

» MM. Geuther et Cartmell ont montré qu'elle distille à 170° sous la pression ordinaire, avec décomposition partielle et production d'acroléine.

» Dissoute dans le chloroforme, elle fixe directement le brome; par l'évaporation, *à la température ordinaire*, il se dépose un corps solide que l'on fait recristalliser dans une petite quantité de chloroforme bouillant. Le bromure de métacroléine est en petites aiguilles feutrées, d'un aspect nacré;

il est identique avec le produit de polymérisation du bromure d'acroléine décrit par M. Henry et par M. Linnemann, et dont nous avons commencé l'étude.

» D'après la densité de vapeur de la métacroléine, ce bromure, comme la paraldéhyde chloropropionique, est formé par la condensation de 3^{mol} du bromure $C^3H^4Br^2O$ (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Wurtz.

« Lieben avait décrit (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 662) comme produit de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde un composé qu'il nomma *oxychlorure d'éthylidène*, répondant à la formule $C^4H^8OCl^2$. Geuther et Cartmell, analysant le produit brut de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldéhyde, admirent la formation d'un corps intermédiaire $C^6H^{12}Cl^2O^2$, combinaison d'aldéhyde et d'oxychlorure d'éthylidène. J'ai repris l'étude de cette réaction.

» De l'aldéhyde pure, soigneusement refroidie, est soumise à l'action d'un courant lent de gaz chlorhydrique sec. L'aldéhyde peut absorber, dans ces conditions, la moitié de son poids d'acide chlorhydrique sans se troubler. Si l'on distille à ce moment le liquide, on obtient une substance passant à 25° sous une pression de $0^m,04$ et répondant à la formule C^8H^4O, HCl^2. Ce corps est très instable, il perd de l'eau avec la plus grande facilité en donnant le corps de Lieben. Cette déshydratation se produit sous l'influence de la chaleur ou d'un excès d'acide chlorhydrique; elle se produit plus lentement lorsque l'on abandonne à lui-même le corps purifié par la distillation.

» Lorsque l'on fait passer un courant rapide d'acide chlorhydrique dans de l'aldéhyde maintenue à 0°, il se sépare immédiatement de l'eau, et la couche supérieure, distillée dans le vide, passe à 58°-60° sous une pression de $0^m,04$ de mercure : c'est le corps de Lieben. Les portions supérieures renferment un liquide passant à 100° et répondant à la formule $C^8H^{12}OCl^2$. En présence de l'eau, il se décompose en donnant de l'aldéhyde crotonique. Cette réaction et sa composition centésimale permettent de le considérer comme l'analogue de l'oxychlorure d'éthylène, mais obtenu au

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Wurtz.

moyen de l'aldéhyde crotonique. La production de ce corps est d'autant plus grande que le courant d'acide chlorhydrique a été plus longtemps prolongé, mais toujours assez faible. Ainsi 2^{kg} d'aldéhyde m'ont fourni $1^{kg},800$ d'oxychlorure d'éthylidène et 50^{gr} seulement de ce composé.

» D'après son mode de formation l'oxychlorure d'éthylidène paraît être l'éther bichloré symétrique. Il résulte, en effet, de la déshydratation du composé

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ / \quad \backslash \\ Cl \quad OH, \end{array}$$

et doit présenter la constitution $CH^3\underset{}{\overset{Cl}{\overset{|}{C}}}H - O - \overset{Cl}{\overset{|}{C}}H - CH^3$.

» L'eau froide ne le décompose que fort lentement, l'eau bouillante le décompose plus rapidement en acide chlorhydrique et aldéhyde.

» L'alcool se combine immédiatement à lui en donnant l'acétochlorhydrine d'éthylidène, décrite par MM. Wurtz et Frappoli.

» Lorsque l'on fait traverser une solution éthérée d'éther bichloré par un courant de gaz ammoniac, il se dépose de longues aiguilles qui ne tardent pas à envahir toute la masse et qui répondent à la composition

$$CH^3\underset{AzH^2}{CH} - O - \underset{AzH^2}{CH} - CH^3,\ 2HCl.$$

Ces aiguilles s'effleurissent rapidement dans l'air sec en perdant une partie de leur acide chlorhydrique. Leur solution aqueuse brunit rapidement en se décomposant. Chauffées sur la lame de platine, elles répandent l'odeur des composés pyridiques.

» Je continue actuellement l'étude de ces dérivés au laboratoire de M. Wurtz. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Inoculation de la morve au chien.* Note de M. V. Galtier, présentée par M. Bouley.

« Le chien, comme le lapin, et plus sûrement que ce dernier, contracte la morve par inoculation; la connaissance de ce fait est déjà ancienne. Voici les résultats de mes expériences personnelles.

» Parmi les nombreux chiens que j'ai inoculés avec du virus morveux, je n'ai pas encore eu l'occasion de rencontrer un seul sujet réfractaire. Mais, si le chien contracte la morve quand on lui en inocule le virus, les accidents morbides restent ordinairement localisés au point d'inoculation. Peu de temps après l'opération, trois, quatre, cinq, six, sept jours, on voit apparaître de la turgescence dans la région; il se forme, au niveau de chaque piqûre, une petite plaie ulcéreuse, cupuliforme, grenue, jaunâtre dans son ensemble, analogue à la plaie du farcin chronique chez le cheval. Cette plaie sécrète abondamment un pus très fluide, huileux, jaune grisâtre qui souvent se concrète en croûte au-dessus de l'ulcère, et celui-ci n'en continue pas moins à sécréter au-dessous de la croûte ainsi formée.

» Pour bien observer ces caractères, il faut inoculer le chien sur la région du front, où les lésions morveuses ne peuvent pas être dénaturées par le frottement aussi facilement que dans d'autres endroits. Pendant un temps qui varie entre huit, dix, quinze, vingt, trente jours suivant les individus inoculés, la plaie morveuse ronge, s'accroît en étendue et en profondeur, sa sécrétion devient de plus en plus abondante et conserve ses caractères; le produit morbide est très fluide, visqueux, jaune grisâtre, le plus souvent oléiforme et toujours plus ou moins analogue à l'*huile de farcin* des solipèdes morveux. Les tissus sous-jacents et circonvoisins sont tuméfiés, gonflés et infiltrés; mais cette modification ne s'étend jamais bien loin. Le chien guérit assez promptement des suites de cette inoculation. Les plaies, après s'être accrues pendant quelques jours, s'arrêtent dans leur marche, deviennent rosées, leur sécrétion diminue peu à peu, elles se cicatrisent et la virulence disparaît.

» On admet assez généralement que dans la morve du chien les lésions et la virulence restent localisées aux points inoculés; on a même affirmé que cette localisation était la règle sans exception. Cela est inexact; il est vrai que les lésions ne se montrent ordinairement que dans la région inoculée, mais il peut en être autrement. Chez un des chiens inoculés sur le front, j'ai vu des plaies ulcéreuses se produire d'abord au niveau des piqûres, et, quelque temps après, une autre plaie ulcéreuse s'est formée sur la face externe de la cuisse droite, puis une nouvelle plaie sur le dos; malgré cette généralisation, la maladie a fini par disparaître totalement, ainsi que j'ai pu m'en convaincre par l'inoculation et par l'autopsie. Sur un autre chien inoculé derrière la nuque, j'ai également observé une plaie au point d'inoculation, puis une seconde au niveau du dos. Enfin, chez le chien comme chez le lapin, j'ai con-

staté que, si les lésions peuvent rester localisées aux points inoculés, il arrive parfois que la virulence est disséminée dans l'économie ou au moins dans le système lymphatique. J'ai transmis une fois la morve à l'âne en lui inoculant le produit d'un ganglion du flanc d'un lapin qui ne présentait des lésions qu'aux oreilles, où le virus avait été inséré; j'ai aussi transmis la morve à l'âne en lui insérant la pulpe d'un ganglion du flanc d'un chien inoculé au niveau des épaules et qui ne présentait des lésions qu'aux points sur lesquels l'opération avait porté. La virulence peut donc se généraliser, quoique les lésions restent localisées; il semble ainsi que le virus morveux peut se répandre dans l'organisme du chien, et dans celui du lapin quelquefois, sans occasionner des lésions anatomiques, si ce n'est aux points qui ont été le siège du traumatisme de l'inoculation.

» Je m'étonne qu'on n'ait pas encore préconisé le chien comme réactif capable de faciliter le diagnostic de la morve des solipèdes dans les cas douteux. Les accidents développés sur l'animal carnivore par l'inoculation du virus morveux, bien que localisés et bien que n'entraînant pas la mort, n'en sont pas moins pathognomoniques.

» On a prétendu qu'une première atteinte de morve conférait l'immunité au chien déjà guéri. Je ne sais pas encore s'il est possible d'arriver à conférer l'immunité complète au chien par un certain nombre d'inoculations successives, mais ce que je sais bien, c'est qu'on ne l'obtient pas à la suite d'une première inoculation. Jusqu'à présent, je n'ai trouvé aucun chien qui soit devenu réfractaire à la suite d'une première, d'une deuxième, d'une troisième inoculation; j'ai inoculé fructueusement plusieurs chiens jusqu'à quatre fois, jusqu'à cinq fois dans l'espace de six mois. Voici le résumé de quelques-unes de mes expériences à l'appui de mon assertion :

» 1° Chien inoculé sur le front par quatre piqûres : plaies ulcéreuses bien caractérisées dix jours après, transmission de cette morve par inoculation à deux lapins; guérison complète du chien au bout d'un mois et demi. Après la guérison bien constatée, deuxième inoculation, deuxième morve caractérisée par des lésions moins étendues et moins tenaces, transmission de cette deuxième morve à un âne; guérison du chien au bout d'un mois. Troisième inoculation, troisième morve avec des lésions encore moins étendues, transmission de cette troisième morve à l'âne.

» 2° Chienne inoculée successivement et avec succès une première, une deuxième, une troisième et une quatrième fois avec le virus du cheval.

» 3° Chien inoculé fructueusement et de mois en mois cinq fois consécutives avec le virus du cheval; transmission de la cinquième morve à un âne; chien auto-inoculé fructueusement avec son propre virus.

» Il est donc démontré que le chien, qui se guérit bien de la morve, peut la contracter successivement deux, trois, quatre, cinq fois et peut-être un plus grand nombre de fois. Mais peu à peu, à la suite d'inoculations successives, sa réceptivité, déjà si faible comparativement à celle des animaux solipèdes, diminue; la morve transmise au chien se caractérise par des lésions de moins en moins marquées, et il y a lieu de penser que, grâce à quelques inoculations de plus, cette réceptivité s'effacera.

» Un autre fait constaté au cours de mes expériences concourt à démontrer que la puissance du virus s'atténue lorsqu'il est cultivé dans l'organisme du chien déjà inoculé une première, une deuxième, une troisième, une quatrième fois : les ânes inoculés avec le virus d'une troisième, d'une quatrième, d'une cinquième morve ont eu une maladie plus lente et moins aiguë; ils ont vécu ordinairement trois semaines ou un mois après l'inoculation, et ils ont présenté des lésions plus restreintes et moins aiguës que ceux qui ont été inoculés avec le virus du cheval ou avec le virus d'une première morve du chien. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Physiologie des dyspepsies*. Note de M. G. Sée, présentée par M. Vulpian.

« Jusqu'ici les dyspepsies avaient été considérées soit comme une lésion anatomique, soit au contraire comme une maladie essentielle, c'est-à-dire sans définition précise : la vérité ne pouvait être là.

» Si l'on se conforme rigoureusement aux lois de la Physiologie, on doit admettre que, la digestion n'étant en réalité qu'un acte chimique, la dyspepsie ne peut elle-même se développer que par suite d'une altération chimique des sucs digestifs de l'estomac, de l'intestin, du pancréas ou du foie. En retirant le suc gastrique de l'estomac à l'aide de la pompe stomacale, j'ai pu m'assurer par des expériences nombreuses et aussi précises que possible que, dans certaines circonstances, ce liquide digestif manque, au moins temporairement, d'acide chlorhydrique, ce qui l'empêche d'agir efficacement.

» Dans d'autres cas, c'est la pepsine, c'est-à-dire le ferment gastrique contenu dans les glandes sécrétoires, qui, lors même qu'elle serait en quantité suffisante, perd souvent le pouvoir de convertir les aliments azotés en substances assimilables, ou peptones; la digestion s'arrête fréquemment, dans cette occurrence, à la simple liquéfaction ou à la transformation en syntonine inabsorbable.

» D'autres fois le suc gastrique est altéré par son mélange avec une grande quantité de mucus.

» Il se peut aussi que la présence même des peptones formées en excès empêche le suc gastrique d'agir : c'est ce qui arrive après les repas excessifs.

» Enfin la dyspepsie provient parfois d'un défaut de protoplasma dans les glandes pepsiques : c'est ce qui a lieu dans l'inanition relative ou absolue, c'est-à-dire dans l'alimentation insuffisante.

» Ces diverses altérations du suc gastrique constituent les vraies dyspepsies gastriques. Il ne faut pas les confondre, comme on l'a fait jusqu'à ce jour, avec les troubles simples de la sensibilité ou de la motilité; ces deux fonctions ne sauraient vicier la sécrétion, et par conséquent provoquer la dyspepsie. Celle-ci n'est jamais, en définitive, qu'une opération chimique défectueuse, et elle résulte, dans certains cas, de troubles vaso-moteurs qui, en modifiant la circulation dans les glandes, empêchent le sang de l'estomac de fournir les éléments suffisants de sécrétion du suc gastrique.

» Ces données physiologiques conduisent nécessairement à des indications plus précises pour l'application des méthodes de curation des dyspepsies, pour les prescriptions rigoureuses du régime, et surtout pour la recherche des causes de l'indigestibilité des aliments.

» Les expériences que j'ai faites pour nourrir à l'aide des peptones des individus dont la muqueuse stomacale avait subi certaines altérations m'ont donné des résultats favorables.

» Un des points au sujet desquels j'ai fait le plus grand nombre d'expériences, dans le but d'appliquer au traitement des maladies de l'estomac les données de la Physiologie, c'est le lavage, l'appropriation de l'organe, et la soustraction des liquides nuisibles à la digestion, à l'aide d'une sonde stomacale et d'une pompe aspirante et foulante. Cette pratique, qui est sans danger, avait été employée primitivement dans les dilatations de l'estomac, pour évacuer les masses alimentaires en excès. J'ai été amené par mes recherches à appliquer ces opérations, d'ailleurs inoffensives, au traitement des dyspepsies graves, ainsi que des vomissements chroniques, et cela dans le but non seulement d'expulser le suc gastrique vicié, mais encore de dégager la muqueuse, en la débarrassant du mucus en excès, et de restituer à l'estomac sa fonction sécrétoire ou digestive. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'histologie des pédicellaires et des muscles de l'Oursin* (Echinus sphæra *Forbes*). Note de MM. **P. Geddes** et **F.-E. Beddard**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Quoique la connaissance de la forme générale et des parties calcaires des pédicellaires des Oursins soit maintenant presque complète, grâce aux recherches de O.-F. Müller, de Valentin, de Perrier, de A. Agassiz, de Wyville Thomson et de plusieurs autres naturalistes, les renseignements que fournissent ces auteurs sur l'histologie des parties molles de ces organes n'ont pas la même exactitude. Dans l'espérance de préciser davantage les idées sur ce sujet, nous avons étudié en détail les pédicellaires du grand Oursin *E. sphæra* (Forbes) ; nous décrirons en peu de mots les résultats principaux de la recherche.

» Dans le pédicellaire ophiocéphale de Valentin, les trois muscles adducteurs, disposés en forme de triangle, sont attachés, comme on sait, aux apophyses calcaires des trois valves; mais les fibres qui unissent la tête du pédicellaire à la massue de la hampe ne s'insèrent pas sur les parties calcaires, mais se terminent d'une façon extrêmement remarquable. La plupart sont pliées brusquement sur elles-mêmes avant d'arriver au niveau des parties calcaires, et forment ainsi une série de ganses ou de mailles.

» Deux faisceaux seulement sont prolongés plus loin, s'entrelacent avec les arcs semi-circulaires des valves et se terminent librement au milieu du triangle musculaire dans une petite touffe de mailles.

» Tout à fait distinctes et séparées de ces fibres pliées, alternant avec elles, et à l'extérieur des parties calcaires, se trouvent trois parties d'une structure plus curieuse encore. Ce sont des sortes de grilles, formées de fibres pliées et repliées constituant une série de mailles. Ces organes ne sont pas attaqués par l'acide acétique dilué ; ils ont l'aspect de tissu élastique et il nous paraît probable qu'ils fonctionnent comme antagonistes des muscles adducteurs et servent à ouvrir les valves, un peu comme le ligament d'une acéphale.

» Les pédicellaires tridactyles et gemmiformes contiennent ces grilles, mais elles sont très difficiles à trouver, à cause de leur délicatesse extrême. Les fibres de la tige ne sont pas pliées sur elles-mêmes, mais s'attachent directement aux parties calcaires.

» La tête du pédicellaire gemmiforme est un organe extrêmement compliqué. Une glande se trouve au dehors de chaque valve; elle est couverte de

deux couches de fibres musculaires et d'un épithélium cylindrique. Ces pédicellaires sont peut-être des organes d'urtication, car leurs valves calcaires se terminent en pointe d'aiguille, ou bien des organes pour la sécrétion de mucus, comme pense M. Sladen, qui a décrit récemment l'histologie de cette espèce de pédicellaire chez le *Sphærechinus granularis* (Lamk.) ([1]).

» A l'origine des recherches histologiques, les observations sur la structure des muscles des Échinodermes ont toujours été complètement contradictoires. Wagner, Siebold et Johannes Muller ont décrit ces muscles comme étant non striés. Valentin, au contraire, soutient que les muscles de la lanterne et des épines de l'Oursin sont striés, et de Quatrefages a vu une striation sur les muscles longitudinaux des Synaptes. Baur a contredit ces observations, tandis que Leydig a décrit une striation longitudinale et transversale chez l'Échinus et chez l'Holothurie. Enfin, dans le dernier travail sur ce sujet, celui de L. Frédéricq ([2]) sur les muscles de la lanterne de l'*Échinus sphæra*, leur striation est niée de nouveau. Comment expliquer cette confusion complète ?

» En traitant les muscles de l'Oursin par des réactifs différents et en faisant un assez grand nombre de préparations, nous avons vu tous les phénomènes qu'ont décrits ces auteurs. Souvent les muscles adducteurs des valves des pédicellaires sont nettement striés, et souvent aussi ils ne montrent pas la moindre trace de striation. Le même fait s'observe pour les muscles de la lanterne, car nous avons des préparations qui contiennent les fibres simples de Wagner et de Frédéricq côte à côte avec d'autres dont la striation est aussi évidente que dans les dessins de Valentin. Bien plus, en suivant le long d'une seule fibre, on trouve bien souvent toutes les gradations possibles entre la plus nette striation et son absence complète.

» Notre collègue, M. Haycraft, vient de proposer une théorie nouvelle sur la structure des muscles volontaires ([3]) : pour lui, les fibrilles ne sont pas de simples cylindres, mais elles sont un peu étranglées à de petits intervalles, et il prétend que leur striation n'indique pas une différentiation histologique, mais qu'elle est simplement un phénomène optique produit par la réfraction inégale que subit la lumière en passant à travers la fibrille.

» Sans vouloir nous prononcer sur cette théorie au point de vue général, et sans affirmer que la striation des muscles des Échinodermes est due à la même cause que celle des muscles des animaux supérieurs, nous sommes

---

([1]) *Ann. and Mag. nat. Hist.*, août 1880.

([2]) *Arch. de Zool. exp.*, 1877.

([3]) *Proc. Roy. Soc. Lond.*, février 1881.

convaincus que l'irrégularité de la striation chez l'Échinus peut s'expliquer de la même façon.

» Les fibres de la lanterne montrent des étranglements en parfaite correspondance avec les stries transverses; lorsque ces étranglements se suivent l'un l'autre très rapidement, les stries se rapprochent aussi, et, lorsqu'ils deviennent espacés, les stries montrent la même irrégularité. Finalement, les stries et les étranglements disparaissent ensemble.

» Il est probable, comme on l'a déjà soupçonné, que la striation est en quelque rapport avec l'état de contraction du muscle, mais nous espérons faire de nouvelles observations avant de nous prononcer sur cette question [1]. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le développement des sporanges stériles dans* l'Isoetes lacustris. Note de M. E. **Mer**, présentée par M. P. Duchartre.

« La stérilité des sporanges d'*Isoetes lacustris* est due soit à un arrêt de développement le plus souvent antérieur à la période d'apparition des cellules mères, soit à l'envahissement plus ou moins grand du tissu de formation des spores par le tissu nutritif qui, à l'état normal, constitue l'enveloppe hypodermique du sporange et les trabécules, soit à la transformation complète de cet organe, et souvent dès le début, en parenchyme amylifère. De là trois catégories, dans chacune desquelles il y a lieu de distinguer plusieurs cas :

» 1° *Stérilité par arrêt de développement.* — α. Le sporange ne grandit plus, même avant l'apparition des trabécules, et n'éprouve plus aucune modification. Les cellules du tissu de formation conservent leurs dimensions; leurs parois ne s'épaississent pas. On n'y aperçoit pas trace d'amidon. La feuille, devenue adulte, commençant même à dépérir, porte ainsi un sporange qui a conservé les caractères de la première jeunesse.

» β. Les trabécules et l'enveloppe hypodermique se sont constitués; les cellules du tissu de formation se sont multipliées et ont grandi, mais n'ont pu parvenir à l'isolement, qui est le stade suivant, et toute croissance s'est arrêtée.

» γ. Le développement s'est poursuivi. Des cellules mères se sont formées

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff en 1878 et 1880, grâce à l'hospitalité du savant directeur, M. le professeur de Lacaze-Duthiers.

et sont devenues libres; des spores même ont pris naissance sur quelques points, mais ce travail s'est fait incomplètement; les logettes sont restées exiguës et de formes irrégulières; les spores n'ont pas tardé à se flétrir.

» Ces divers cas d'avortement s'observent principalement sur les feuilles tardives des individus appartenant à la forme que j'ai décrite sous le nom de *sporifera*. Par suite de l'abaissement de la température, leur développement se ralentit et elles n'acquièrent pas les dimensions normales.

» 2° *Stérilité due à l'envahissement du tissu de formation par le tissu nutritif.* — α. L'enveloppe hypodermique du sporange et surtout les trabécules prennent un grand développement, ne réservant que la portion externe du tissu de formation et quelques îlots intérieurs. Ces régions préservées restent stationnaires, pendant que le tissu envahissant devient le siège d'un abondant dépôt d'amidon. Le sporange conserve généralement, dans ce cas, de faibles dimensions.

» β. La partie inférieure seule du sporange est transformée plus ou moins complètement en tissu amylifère; la partie supérieure a continué à se développer assez régulièrement; des macrospores ou des microspores se sont constituées, mais le plus souvent sans pouvoir arriver à maturité. Les deux régions sont presque toujours séparées l'une de l'autre par un étranglement.

» Ces deux modes d'avortement s'observent principalement sur les feuilles stériles des formes *sporifera* et *gemmifera*, et semblent, comme les précédents, être causés par le ralentissement de la végétation à l'arrière-saison et pendant l'hiver.

» 3° *Stérilité due à la transformation, dès le début, du sporange en tissu amylifère.* — α. Le sporange ainsi transformé conserve à peu près la forme normale, mais ses dimensions restent plus petites.

» β. Des protubérances plus ou moins accentuées se dessinent à sa surface, mais sans donner naissance à des feuilles et sans que le faisceau de la feuille mère y envoie de ramification.

» γ. Ces protubérances se développent en feuilles plus ou moins nombreuses, recevant chacune un faisceau de la feuille mère, et constituent des propagules qui se détachent généralement en même temps que la feuille mère pour former des pieds indépendants, mais qui parfois, quand ils appartiennent à des individus vigoureux, prennent un rapide développement, se soudent à la tige et y restent implantés, même après la chute de la feuille mère. Une tige peut ainsi porter des feuilles de plusieurs générations. Sa forme devient alors très irrégulière et le point végétatif souvent excentrique.

» Les jeunes feuilles, comprimées entre les feuilles voisines et se comprimant elles-mêmes, faute d'espace, se replient souvent plusieurs fois. L'extrémité ne pouvant s'allonger à l'aise, la base se dilate en revanche. Les

sporanges qui y sont insérés sont, dès le début, transformés en tissu amylifère.

» δ. La partie inférieure seule du sporange se transforme en bulbille portant de nombreuses feuilles, pendant que la partie supérieure devient fertile et renferme des spores. Les deux modes de reproduction s'observent alors sur une même feuille. Le fait est plus fréquent dans les macrosporanges que dans les microsporanges et se remarque surtout sur les individus les plus vigoureux croissant isolément dans le limon (forme *sporifera* de la variété *elatior*).

» Dans quelques cas très rares, j'ai même trouvé de ces bulbilles portant des feuilles munies de macrosporanges ou de microsporanges fertiles, tandis qu'au-dessus la feuille mère laissait voir des macrospores bien conformées. Les bulbilles sont surtout nombreux dans les individus appartenant à la forme *gemmifera;* ils y acquièrent un développement remarquable. On les observe cependant aussi dans les deux autres formes.

» ε. Le sporange est réduit à un petit amas amylifère inséré dans la feuille, entre le faisceau et l'épiderme. Parfois, se développant davantage, il apparaît sous la forme d'un mamelon un peu surbaissé. Ce mode d'avortement est instructif en ce qu'il montre que le sporange prend naissance sous l'épiderme de la feuille et débute par un petit massif de cellules qui, continuant à se multiplier et entraînant dans cette multiplication l'épiderme qui les recouvrait, forment bientôt saillie à la surface de la feuille. Ce résultat ne peut ressortir directement de l'étude du développement normal, car sur les feuilles les plus jeunes que l'on puisse trouver, telles que celles qui appartiennent au bourgeon terminal encore enfoncé dans le sommet de la tige, on trouve déjà le sporange formant une saillie prononcée [1].

» ζ. Enfin il existe des feuilles, surtout dans la forme *sterilis*, où l'on n'aperçoit absolument aucun indice de rudiment de sporange. »

M. D. Carrère adresse une Note relative à un point d'Algèbre élémentaire.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

[1] L'examen des feuilles fertiles permettait cependant de supposer qu'il devait en être ainsi, car, si les sporanges sont libres à la base, ils sont fréquemment recouverts à leur sommet par un repli de la feuille, ce qui ne peut s'expliquer qu'en admettant que la première apparition du sporange se fait dans l'épaisseur même de la feuille. Mais je n'ai pu voir, même sur les feuilles stériles, si le sporange débute par une seule cellule, qui ensuite se multiplierait, ou par plusieurs simultanément.